Ontario

Recommandations
pour la culture des

FLEURS
et des
PLANTES D'ORNEMENT EN SERRE

Publication 370F

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION

Jeter les éditions périmées de la présente publication. Chaque année, le groupe de travail concerné du Comité de la recherche et des services en matière de lutte contre les ennemis des cultures de l'Ontario revoit les pesticides énumérés ici. À la connaissance du Comité, au moment de l'impression, tous ces pesticides avaient été :

- homologués par le gouvernement fédéral;
- examinés par le Comité consultatif sur les pesticides de l'Ontario; et
- classés par le ministère de l'Environnement de l'Ontario (MEO) en août 2003.

L'information fournie dans cette publication est d'ordre général seulement. En publiant ces recommandations, le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario (MAAO) n'offre aucune garantie et n'assume aucune responsabilité en cas de pertes de produits végétaux ou animaux, d'inconvénients pour la santé, de préjudices causés au milieu naturel ou aux personnes par suite de l'utilisation d'un pesticide mentionné dans cette publication.

Le mode d'emploi figurant sur l'emballage a force de loi. Utiliser un produit de toute autre façon constitue un délit. De plus, il faut utiliser tous les produits pesticides conformément à la *Loi sur les pesticides* et au règlement 914, administrés par le MEO.

Dans la majorité des cas, la publication énumère plusieurs produits pesticides efficaces contre chaque maladie ou ravageur étudié. En règle générale, les produits qui présentent le moins de danger, ainsi que ceux dont les producteurs se déclarent satisfaits depuis des années, ont été placés en tête de liste. Les plus toxiques et les plus nouveaux, moins bien rodés, figurent en fin de liste.

Un certain nombre de marques sont mentionnées dans la publication pour en faciliter la consultation; ce qui ne veut pas dire que l'on cautionne ces produits ni que des produits similaires vendus sous d'autres marques sont moins efficaces.

Se référer aux renseignements portés par l'étiquette de chaque produit afin de connaître notamment sa compatibilité avec d'autres substances et ses effets selon les conditions du milieu. Divers facteurs, dont les conditions atmosphériques, influent sur l'efficacité des produits et les dommages qu'ils peuvent causer à la végétation.

Santé Canada a fixé des limites maximales de résidus de pesticides. Comme les transformateurs et détaillants fixent parfois des normes plus sévères, les producteurs doivent se renseigner auprès de leurs clients sur les restrictions ou limitations qu'ils appliquent. On leur suggère de tenir un registre à jour et précis sur l'usage des pesticides dans chacune de leurs cultures.

Homologation fédérale des pesticides

L'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) de Santé Canada homologue les pesticides à la suite d'une évaluation des données scientifiques visant à vérifier la valeur et le bien-fondé de chaque produit; elle veille aussi à ce que les risques pour la santé humaine et le milieu liés à l'utilisation projetée du produit soient acceptables.

1. **Homologation complète**
   L'homologation est généralement accordée pour une période de cinq ans, puis renouvelable par la suite.
2. **Homologation temporaire**
   L'homologation temporaire est accordée pour tout au plus un an, à la condition que le requérant accepte de fournir des données techniques ou scientifiques supplémentaires durant cette période, ou que le pesticide soit utilisé pour une intervention d'urgence en cas d'infestation majeure.

Étiquette supplémentaire

Vous DEVEZ obtenir une étiquette supplémentaire et suivre toutes les indications qui s'y trouvent si l'ARLA autorise de nouvelles utilisations d'un pesticide homologué qui ne figurent pas sur l'étiquette initiale, par exemple lorsque :

- un produit fait l'objet d'une **homologation temporaire pour une intervention d'urgence;**
- **l'homologation est étendue à un usage limité** (l'étiquette comporte de nouvelles mentions visant des cultures qui ne figuraient pas sur l'étiquette initiale).

On peut obtenir un exemplaire de l'étiquette supplémentaire auprès du fabricant ou du fournisseur, du regroupement de producteurs qui a parrainé l'homologation d'urgence ou l'usage restreint, du MAAO ou du Service de renseignements sur la lutte antiparasitaire de l'ARLA.

Pour plus d'information sur l'homologation fédérale, consulter le site Web de l'ARLA à *www.hc-sc.gc.ca/pmra-arla* ou composer le **1 800 267-6315.**

Réglementation des pesticides en Ontario

Classement des pesticides dans des « annexes »

Le MEO classe tout pesticide dans l'une de six annexes, selon le danger qu'il présente pour la santé humaine ou le milieu naturel. Pour des données à jour sur la situation d'un pesticide au regard de la réglementation, consulter le site Web du Comité consultatif sur les pesticides de l'Ontario à *www.opac.gov.on.ca* ou composer le 416 314-9230; télécopieur : 416 314-9237.

Permis et accréditation exigés de tous les utilisateurs de pesticides

Il faut détenir un permis d'exterminateur ou être producteur accrédité pour acheter et utiliser tout pesticide des annexes 1, 2 et 5.

Exigences visant les producteurs et leurs aides

Les agriculteurs doivent avoir reçu une accréditation au terme du **Cours d'utilisation sécuritaire des pesticides** avant d'utiliser sur une terre qu'ils cultivent tout produit énuméré à l'annexe 1, 2 ou 5, et avant d'en faire l'achat. Il doit y avoir au moins un agriculteur accrédité par ferme.

Les aides agricoles doivent eux aussi suivre une formation sur l'utilisation sécuritaire des pesticides, sanctionnée par le MEO, avant d'utiliser tout produit inscrit à l'annexe 2 ou 5, sous la supervision d'un agriculteur accrédité. Cette exigence s'applique à tous les aides, notamment les membres de la famille, les employés de la ferme et les employés occasionnels.

Pour des détails sur la formation des producteurs et de leurs aides, consulter le site Web du Programme ontarien de formation en matière de pesticides à *www.ridgetownc.uoguelph.ca/opep/* ou composer le 1 800 652-8573.

Exigences visant les entrepreneurs et leurs aides

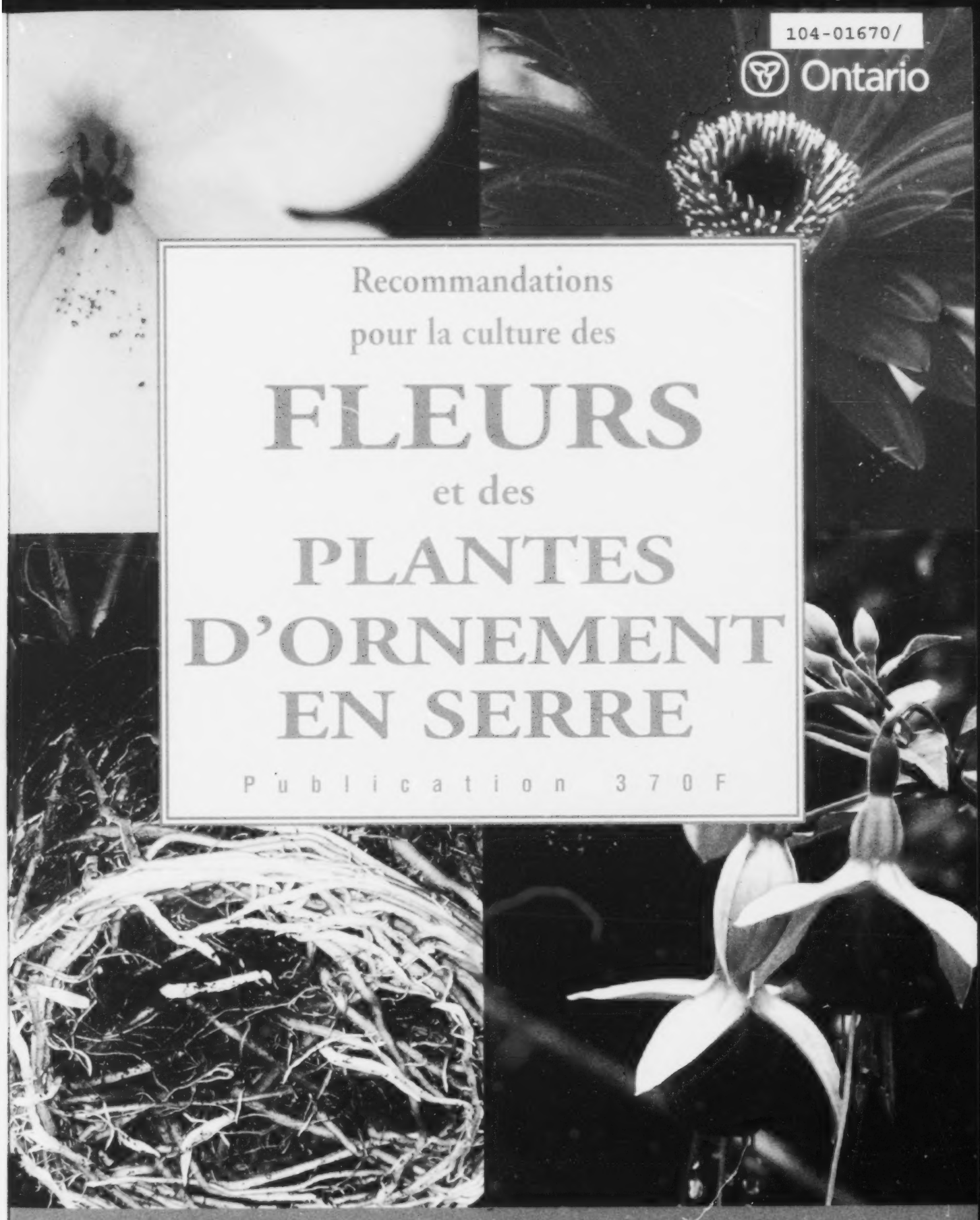
Pour pulvériser des pesticides comme activité commerciale, il faut détenir un permis d'exterminateur. **Cette exigence s'applique aussi au producteur qui pulvérise des pesticides sur des terres autres que les siennes contre rémunération**. Il faut alors suivre un cours de formation à distance et réussir l'examen, puis soumettre une preuve de son accréditation au MEO, qui délivre le permis.

Les aides non détenteurs de permis doivent devenir techniciens avant de pouvoir manipuler tout produit des annexes 2 (avec restrictions), 3, 4 et 6, sous la supervision indirecte d'un exterminateur détenteur d'un permis. Les techniciens ne peuvent pas manipuler des produits des annexes 1 et 5. Pour plus d'information sur les exterminateurs et techniciens, consulter le site Web de Formation et accréditation des destructeurs de parasites à *www.ridgetownc.uoguelph.ca/optc* ou composer le 1 888 620-9999.

This publication is also available in English.

104-01670/

Ontario



Recommandations
pour la culture des

FLEURS

et des

PLANTES D'ORNEMENT EN SERRE

Publication 370F

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION

Cherchez-vous de l'information technique ou commerciale?

Communiquez avec le Centre d'information agricole :

1 877 424 1300

ou

ag.info@omaf.gov.on.ca

Cherchez-vous sur l'Internet de l'information sur les cultures en serre?

www.omaf.gov.on.ca

Ce site réunit toute l'information utile concernant la production et l'entretien des cultures en serre.

Remerciements

Les recommandations de la présente publication ont été préparées en consultation avec :

- Le Comité de la recherche et des services en matière de lutte contre les ennemis des cultures de l'Ontario
- Le Comité de la recherche et des services en matière de gestion du sol en horticulture de l'Ontario
- Le Comité de la recherche et des services en matière de cultures horticoles de l'Ontario

et le personnel :

- de Phytotechnie, MAAO
- de l'Université de Guelph
- de la société Plant Products Co. Ltd

Table des matières

1. Emploi sécuritaire des pesticides

Réglementation des pesticides 1
- Classement des pesticides en Ontario 1

Exigences en matière de formation et de certification 1
- Certification des agriculteurs de l'Ontario 1
- Formation des aides agricoles utilisant des pesticides inscrits aux annexes 2 ou 5 1
- Certification et licences exigées des entrepreneurs en destruction de parasites 2
- Formation des techniciens qui assistent les entrepreneurs en destruction de parasites 2

Précautions générales 2
- Se protéger soi-même quand on utilise des pesticides 3

Protection des personnes, du bétail, des animaux de compagnie, de l'eau et des cultures sensibles 3

Santé humaine 3
- Risques liés à l'utilisation des pesticides 3
- Mesure du taux de cholinestérase dans le sang 4
- Premiers soins 4

Lire et respecter l'information portée par l'étiquette 5
- Connaître la signification des termes et symboles de danger 5

Délai de non-retour dans la zone traitée 6
- Nombre total d'épandages ou traitements 6
- Zones tampons 6

Vêtements et équipement de protection 6
- Choisir et porter la tenue et les accessoires de protection appropriés 6

Travail dans des espaces clos 7
- Masque anti-gaz à cartouche 7
- Appareil de protection respiratoire autonome 7
- Autres vêtements de protection 7
- Conditions de travail 7
- Fournisseurs d'équipement de protection personnelle 8

Entretien des vêtements et de l'équipement de protection 8
- Respirateurs 9
  - Bottes et gants en caoutchouc, vinyl ou plastique 9
- Lavage des vêtements portés pendant la pulvérisation 9
- Hygiène corporelle 9

Protéger l'environnement 10
- Protéger les sources d'eau 10
- Réduire et maîtriser la dérive des embruns 10
- Protéger les abeilles 10

Élimination des pesticides et des contenants vides 11
- Triple rinçage ou rinçage sous pression des contenants de pesticides vides 11
  - Triple rinçage 11
  - Dispositifs de rinçage 11
- Comment éliminer les contenants vides rincés trois fois 11
  - Contenants en métal, en plastique ou en verre 12
  - Recyclage 12
  - Contenants en papier et en carton 12
- Quantités non employées 12
- Quantité excédentaire de bouillie dans le pulvérisateur 13
  - Sachets solubles 13
    - Plonger les sachets dans la cuve 13

Entreposage des pesticides 13

Déversements de pesticides 14

Méthodes d'épandage des pesticides 14
- Pulvérisation 14
- Brumisation 14
- Épandage de granulés 14
- Fumées 15
- Pulvérisation à ultra-bas volume 15
- Pulvérisateurs électrostatiques 15

Fumigants et fumées insecticides employés dans les espaces clos 15
- Fumigants 15

Agents mouillants 15

Eau employée pour l'irrigation et les traitements phytosanitaires 16
- Irrigation 16
- Bouillies préparées dans la cuve du pulvérisateur 16
- Agribrom 16

Agents de préservation du bois 17

Traitements des semences 17

2. Fertilisation

Introduction 18

Eau 18
- Absorption 18
- Quantité 18
- Qualité 18

Conductivité électrique (CÉ) 19
- Pourquoi mesurer la CÉ? 20
- Comment mesurer la CÉ d'un substrat 20
- Interprétation des lectures de la CÉ 20

Le pH et son rôle 21
- Alcalinité 21
- Comment mesurer le pH 21
- Pourquoi mesurer le pH 22
- Correction du pH 22
  - Eau d'irrigation 22
  - Substrats 23

Substrats artificiels (culture hors-sol) 24
- Pourquoi utiliser des substrats artificiels? 24
- Rôles d'un bon substrat 24
- Ingrédients courants 24
  - Mousse de sphaigne 24
  - Vermiculite 25
  - Perlite 25
  - Laine de roche 25
  - Copeaux de polystyrène 25
  - Turface® 26
  - Haydite® 26
  - Gro-Bark® 26
  - Grow-Rich® 26
  - Turricules 26
  - Sable 26

Caractéristiques physiques d'un substrat artificiel 26
Préparation d'un substrat artificiel 27
Caractéristiques chimiques d'un substrat artificiel 27
Mélanges prêts à l'emploi 28
Composts 28
Problèmes courants posés par les substrats artificiels 28
Rôle des éléments nutritifs dans la croissance des plantes 28
Absorption et diffusion des éléments nutritifs 29
Macro-éléments 29
Oligo-éléments 30
Analyse des éléments nutritifs 30
Eau 30
Substrats artificiels 31
Échantillonnage du substrat 32
Analyse foliaire 32
Symptômes de carence nutritive 34
Interactions entre les éléments nutritifs 34
Comment diagnostiquer un déséquilibre nutritionnel 35
Azote 35
Phosphore 36
Potassium 36
Magnésium 36
Soufre 36
Calcium 36
Bore 37
Cuivre 37
Fer 37
Manganèse 37
Molybdène 37
Zinc 37

3. Lutte intégrée

Résistance 39
Atteintes à l'environnement 39
Dangers pour la santé et la sécurité 39
Dépistage 39
Lutte culturale 40
Hygiène 40
Réglage des paramètres d'ambiance 40
Cultivars résistants 41
Méthodes de pasteurisation du sol et des substrats 41
Vapeur 41
Rapport durée-température pour détruire les organismes indésirables 42
Vapeur aérée 42
Pasteurisateurs électriques 42
Fumigants chimiques 42
Remarques sur le bromure de méthyle 42
Méthodes de lutte contre les mauvaises herbes 43
Vapeur 43
Fumigation du sol 43
Herbicides 43
Lutte physique 43
Moustiquaires et filets anti-insectes 43
Autres mesures de lutte physique 44
Lutte biologique 44
Lutte chimique 46
Résistance 46
Efficacité des traitements 47
Traitement administré par arrosage du sol 47
Compatibilité des pesticides 47

4. Principaux insectes et acariens nuisibles

Thrips 50
Description et cycle biologique 50
Dommages 50
Stratégies de lutte 50
Lutte biologique 50
Lutte chimique 51
Aleurodes 52
Description et cycle biologique 52
Espèces d'aleurodes 52
Dommages 52
Stratégies de lutte 53
Lutte biologique 53
Lutte physique 54
Lutte chimique 54
Tétranyque à deux points 54
Description et cycle biologique 54
Dommages 55
Stratégies de lutte 55
Lutte biologique 55
Lutte culturale 56
Lutte chimique 56
Pucerons 56
Description et cycle biologique 56
Dommages 56
Stratégies de lutte 57
Lutte biologique 57
Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides) 58
Description et cycle biologique 58
Dommages 58
Stratégies de lutte 58
Lutte biologique 58
Lutte chimique 59
Mineuses 59
Description et cycle biologique 59
Dommages 60
Stratégies de lutte 60
Lutte biologique 61
Lutte chimique 61

5. Ravageurs occasionnels

Fourmis 62
Charançon noir de la vigne 62
Chenilles 62
Sauterelles 63
Cochenilles farineuses 63
Cécidomyies (moucherons à galles) 63
Acariens 63
Tarsonème du fraisier/tarsonème trapu 63
Phytopte des tomates 64
Cochenilles 64
Cochenille ronde du lierre et kermès rapace 64
Cochenille des fougères 65
Cochenille des Hespérides 65
Cochenille hémisphérique 65
Escargots et limaces 65
Cloportes 65
Collemboles 66
Chrysomèle rayée du concombre 66
Symphyles 66
Punaises ternes 67
Mineuse de la tomate 67
Ravageurs vertébrés 67

Nématodes parasites des racines 68
Nématode des racines 68
Nématode cécidogène du Nord 68
Nématode « dague » 68
Nématode à stylet 69
Nématode cécidogène du Sud 69
Nématodes parasites des feuilles 69
Nématode des feuilles du fraisier 69
Nématode des feuilles du chrysanthème 69

6. Lutte intégrée contre les maladies
Le concept du « triangle » de la maladie 70
Les six principes de la lutte contre les maladies 70
Exclusion 70
Précautions 71
Résistance 71
Protection ou prévention 71
Éradication 71
Traitements curatifs 71
Stratégies fondamentales de la lutte intégrée contre les maladies 71
Réglage des paramètres de milieu 71
Modification des pratiques culturales 72
Hygiène et élimination des plantes malades 72
Désinfectants 73
Matériel exempt d'organismes pathogènes 74
Lutte contre les vecteurs 74
Résistance des plantes hôtes 74
Lutte chimique 74
Lutte biologique 74
Conditions de la réussite 75

7. Principales maladies des plantes de serre
Maladies cryptogamiques (mycoses) 77
Botrytis (moisissure grise) 77
Taches foliaires, taches florales et brûlures d'origine cryptogamique 78
Les maladies du blanc (oïdium) 78
Les mildious 80
Flétrissures 80
Fonte des semis 82
Pourritures du collet et des racines 82
Pythium 83
Rhizoctonia 84
Phytophthora 85
Fusarium 85
Thielaviopsis basicola 85
Sclerotinia 86
Rouilles 86
Maladies bactériennes (bactérioses) 87
Erwinia carotovora 88
Erwinia chrysanthemumi 88
Ralstonia solanacearum 88
Xanthomonas campestris 88
Maladies virales (viroses) 89
Virus de la maladie bronzée de la tomate et virus de la tache nécrotique de l'impatiente 89

8. Activité et toxicité des pesticides
Dégâts causés par les pesticides aux cultures florales 94
Dangers possibles 94

9. Emploi de régulateurs de croissance
Techniques culturales 96
Techniques chimiques 96
Facteurs à considérer 96
Vigueur de la plante 96
Réaction spécifique du cultivar 96
Milieu ambiant 97
Stade phénologique 97
Dosage et uniformité du traitement 97
Modes d'application 97
Détrempage du terreau ou du substrat 97
Pulvérisation 98
Nombre d'applications 99
Comment estimer la taille définitive du plant 99
Modes de préparation des bouillies 99
Recommandations concernant l'emploi des régulateurs de croissance sur les cultures florales 99

10. Lutte contre les maladies et les ravageurs

11. Phytoprotection des espèces herbacées d'ornement cultivées à l'extérieur
Lutte intégrée (LI) dans les cultures extérieures de plantes d'ornement 135
Lutte intégrée contre les mauvaises herbes dans les cultures florales de pleine terre 137

12. Annexes
A. Conseillers en floriculture du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario 141
B. Bureaux de contrôle des pesticides – Ministère de l'Environnement de l'Ontario 141
C. Laboratoires de l'Ontario accrédités pour les analyses de sol et capables d'effectuer des analyses de tissus 142
D. Autres ressources 142
E. Service de diagnostic 143
F. Système métrique 145

Liste des figures et tableaux

1. Emploi sécuritaire des pesticides

TABLEAU 1–1. Fournisseurs de vêtements et d'équipement de protection personnelle en Ontario 8
TABLEAU 1–2. Toxicité relative des insecticides pour les abeilles domestiques 11
TABLEAU 1–3. Exigences visant les installations d'entreposage aux termes de la Loi sur les pesticides 14

2. Fertilisation

TABLEAU 2–1. Classement de la qualité de l'eau en fonction de la conductivité électrique (CÉ) et de certaines concentrations 19
TABLEAU 2–2. Niveaux relatifs de CÉ nécessaires aux cultures de serre en croissance active 21
TABLEAU 2–3. Fourchettes de pH optimales pour différentes cultures 22
TABLEAU 2–4. Volume d'acide nécessaire pour neutraliser 61 ppm de HCO_3^- 23
TABLEAU 2–5. Correction du pH du sol 24
TABLEAU 2–6. Exemple d'un substrat artificiel avec amendements 27
TABLEAU 2–7. Macro-éléments et oligo-éléments 29
TABLEAU 2–8. Concentrations maximales souhaitables de certains ions dans l'eau non traitée 31
TABLEAU 2–9. Lignes directrices relatives à l'analyse des tissus 33
TABLEAU 2–10. Quelques interactions courantes entre les éléments nutritifs 35
FIGURE 2–11. Clé de diagnostic des troubles nutritionnels chez les plantes de serre 38

3. Lutte intégrée

TABLEAU 3–1. Fumigants chimiques pour traitement du sol 42
TABLEAU 3–2. Auxiliaires de lutte contre les principaux ravageurs des cultures abritées 46
TABLEAU 3–3. Effets signalés des fongicides homologués sur les auxiliaires de lutte biologique 48
TABLEAU 3–4. Effets signalés des insecticides/acaricides sur les auxiliaires de lutte biologique 49

4. Principaux insectes et acariens nuisibles

FIGURE 4–1. Thrips des petits fruits 50
FIGURE 4–2. Aleurode des serres 52
FIGURE 4–3. Aleurode de la patate douce 52
FIGURE 4–4. Tétranyque à deux points 55
FIGURE 4–5. Puceron vert du pêcher 57
FIGURE 4–6. Sciaride 58
FIGURE 4–7. Mouche des rivages 59
FIGURE 4–8. Mineuse 60

7. Principales maladies des plantes de serre

FIGURE 7–1. Cycle biologique de Botrytis 77
FIGURE 7–2. Cycle biologique de la tache foliaire 78
FIGURE 7–3. Cycle biologique du blanc 79
FIGURE 7–4. Cycle biologique du mildiou 80
FIGURE 7–5. Cycle biologique de la fonte des semis et de la pourriture des semences 82
FIGURE 7–6. Cycle biologique de Pythium 84
FIGURE 7–7. Cycle biologique de Rhizoctonia 85
FIGURE 7–8. Cycle biologique de Sclerotinia 86

8. Activité et toxicité des pesticides

TABLEAU 8–1. Activité fongicide contre les maladies des cultures florales 91
TABLEAU 8–2. Classement et toxicité des insecticides et des acaricides 92
TABLEAU 8–3. Classement et toxicité des fongicides 93
TABLEAU 8–4. Classement et toxicité des régulateurs de croissance 93

9. Emploi de régulateurs de croissance

TABLEAU 9–1. Données repères pour la dilution des régulateurs de croissance 98
TABLEAU 9–2. Volume de bouillie recommandé 98
TABLEAU 9–3. Liste des régulateurs de croissance homologués par culture 100
TABLEAU 9–4. Mode d 'emploi des régulateurs de croissance des plantes 100

10. Lutte contre les maladies et les ravageurs

TABLEAU 10–1. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique de leur nom commercial 104
TABLEAU 10–2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures 106

11. Phytoprotection des espèces herbacées d'ornement cultivées à l'extérieur

TABLEAU 11–1. Insecticides/acaricides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada 136
TABLEAU 11–2. Fongicides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada 136
TABLEAU 11–3. Autres pesticides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada 137
TABLEAU 11–4. Herbicides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada 140

1. Emploi sécuritaire des pesticides

Réglementation des pesticides

Tout incident important impliquant des pesticides, déversement, incendie ou vol, doit être signalé au ministère de l'Environnement de l'Ontario au 1 800 268-6060. (Règlement 914, art. 29)

Classement des pesticides en Ontario

Le ministère de l'Environnement de l'Ontario étudie chaque formulation pesticide dont la mise en marché est proposée en Ontario et la classe dans l'un des six tableaux ou « annexes » de la *Loi sur les pesticides*.

Ann.	Qui peut les utiliser	Caractéristiques des pesticides*
1	• entrepreneur agréé • agriculteur certifié • seulement après obtention d'un permis spécial	• **toxicité très élevée** et/ou • grande rémanence et/ou • grande mobilité
5	• entrepreneur agréé • agriculteur certifié • aide agricole travaillant sous supervision	• **toxicité très élevée** et/ou • grande rémanence et/ou • grande mobilité • produit ne pouvant être remplacé par un autre produit moins toxique ou moins rémanent
2	• entrepreneur agréé • agriculteur certifié • apprenti ou technicien travaillant sous supervision (des restrictions s'appliquent) • aide agricole travaillant sous supervision	• **toxicité élevée** et/ou • rémanence élevée et/ou • mobilité moyenne
3	• aucune restriction	• **toxicité moyenne** et/ou • rémanence moyenne et/ou • faible mobilité
4	• aucune restriction	• **faible toxicité** • absence de rémanence • absence de mobilité • contenants < 1 kg ou < 1 L
6	• aucune restriction	• **faible toxicité** • absence de rémanence • absence de mobilité • contenants > 1 kg ou > 1 L

* Les appréciations de la rémanence biologique et de la mobilité dans l'environnement sont celles auxquelles on peut s'attendre dans les conditions d'utilisation normale en Ontario.

Exigences en matière de formation et de certification

Seuls les producteurs agricoles qui ont obtenu le certificat nécessaire ou les entrepreneurs en destruction de parasites qui sont titulaires de la licence réglementaire sont autorisés à acheter et à utiliser des pesticides inscrits aux annexes 1, 2 ou 5. L'utilisation des pesticides inscrits aux annexes 2 et 5 est également permise aux aides agricoles à condition qu'ils aient été dûment formés et qu'ils soient supervisés.

Certification des agriculteurs de l'Ontario

Le règlement 914 de la *Loi sur les pesticides* oblige les agriculteurs à obtenir un certificat d'application de pesticides avant de pouvoir acheter et utiliser sur les terres qu'ils exploitent des pesticides inscrits aux annexes 1, 2 ou 5. Pour obtenir le certificat, les agriculteurs doivent remplir les trois conditions suivantes :

- suivre le Cours d'utilisation sécuritaire des pesticides et réussir à l'examen;
- répondre à la définition d'« agriculteur » figurant au règlement 914 pris en vertu de la *Loi sur les pesticides* (personne qui exploite, aux fins de production agricole ou forestière, un bien-fonds agricole appartenant à la catégorie des terres agricoles aux termes de l'article 7 de la *Loi sur l'évaluation foncière*);
- être âgé d'au moins 16 ans.

Formation des aides agricoles utilisant des pesticides inscrits aux annexes 2 ou 5

Tous les aides agricoles doivent suivre une formation structurée sur l'utilisation sécuritaire des pesticides, sanctionnée par le ministère de l'Environnement, avant de pouvoir manipuler ou utiliser, sous la supervision d'un producteur titulaire d'un certificat, des pesticides inscrits aux annexes 2 ou 5.

- La formation est exigée pour tous les aides, membres de la famille, employés permanents, saisonniers ou occasionnels.
- À l'issue de la formation, les aides n'ont pas à se présenter à un examen.
- Ils doivent avoir au moins 16 ans.

- Deux types de formation sont offerts :
  - suivre le Cours d'utilisation sécuritaire des pesticides sans avoir à se présenter à l'examen
  - suivre une séance de formation à la ferme donnée par un moniteur qualifié.

- Pour obtenir plus d'information et connaître les lieux et dates des Cours d'utilisation sécuritaire des pesticides, consulter le site Web du Programme ontarien de formation en matière de pesticides à www.ridgetownc.uoguelph.ca/opep.

- Pour s'inscrire au Cours d'utilisation sécuritaire des pesticides, où que l'on habite en Ontario, ou pour se renseigner sur la formation des aides agricoles :
  - téléphone : 1 800 652-8573
  - télécopieur : 519 674-1589
  - courriel : opep@ridgetownc.uoguelph.ca

Certification et licences exigées des entrepreneurs en destruction de parasites

Pour connaître les derniers changements en matière de formation exigée en vertu du règlement 914 de la *Loi sur les pesticides*, consulter le site Web du ministère de l'Environnement à www.ene.gov.on.ca ou appeler le 1 888 565-4923.

La licence de destructeur de parasites (exterminateur) est obligatoire pour toute personne qui effectue des traitements pesticides à titre lucratif. Cette exigence s'applique aussi à l'agriculteur qui pulvérise des pesticides sur des terres autres que les siennes contre rémunération. En plus de la licence de destructeur de parasites, les entrepreneurs doivent avoir une licence d'opérateur. Les licences de destructeur de parasites sont valables cinq ans.

Voici comment obtenir une licence de destructeur de parasites :

- suivre un cours de formation à distance et réussir à l'examen administré par le Collège de Ridgetown, Université de Guelph
- soumettre la demande de licence au ministère de l'Environnement en joignant la lettre attestant la réussite à l'examen, avec le règlement des frais exigés.

Formation des techniciens qui assistent les entrepreneurs en destruction de parasites

Les assistants des entrepreneurs en destruction de parasites qui sont titulaires de la licence réglementaire doivent obtenir une carte de technicien pour être autorisés à effectuer des opérations de mélange, remplissage et épandage impliquant des pesticides inscrits aux annexes 3, 4 et 6 et la plupart des pesticides inscrits à l'annexe 2 (avec certaines restrictions), sous la supervision indirecte d'un destructeur de parasites en règle. Les techniciens ne sont pas autorisés à effectuer des opérations de mélange, remplissage et épandage impliquant des produits inscrits aux annexes 1 et 5. Les cartes de techniciens sont valables deux ans.

Pour obtenir la carte de technicien :

- suivre le cours sanctionné par le MEO et réussir à l'examen
- faire un stage auprès d'un destructeur de parasites titulaire d'une licence.

Pour plus d'information sur les exigences applicables aux destructeurs de parasites et sur la formation des techniciens, communiquer avec le service Formation et certification en matière de pesticides en Ontario :

- téléphone : 1 888 620-9999
- télécopieur : 519 674-1585
- site Web : www.ridgetownc.uoguelph.ca/optc.

Précautions générales

Toujours lire l'étiquette :

- avant d'acheter un pesticide!
- avant de commencer à utiliser un pesticide!
- avant d'entreposer ou d'éliminer un pesticide!

Toujours se renseigner sur les risques pour la santé et les propriétés toxiques du pesticide qu'on emploie en consultant l'étiquette du produit, la fiche signalétique santé-sécurité (FSSS) du produit, ou en appelant le fabricant. Voir les FSSS sur les sites Web des fabricants.

Se protéger soi-même quand on utilise des pesticides

- **Mettre quelqu'un au courant** du lieu où va se dérouler le traitement, des pesticides qui vont être manipulés et du temps que devrait prendre le travail.
- **Afficher près de tous les téléphones les numéros d'urgence,** notamment ceux du Centre antipoisons et du Centre d'intervention en cas de déversement.
- **Garder une liste des noms et des numéros d'homologation attribués en vertu de la Loi sur les produits antiparasitaires** de tous les pesticides que l'on manipule. Il est conseillé de garder dans un dossier les notices d'emploi de tous les produits que l'on emploie. S'assurer que les collègues et membres de la famille savent où ce dossier se trouve en cas d'accident.
- **Avoir en permanence à portée de la main une bonne provision d'eau claire, du savon et de l'essuie-tout — et une paire de gants et une combinaison de protection de rechange** — pour le cas où le pesticide se répandrait sur la peau ou les vêtements.
- **Porter les vêtements et l'équipement de protection appropriés** et s'assurer qu'ils sont propres et en bon état avant de les enfiler.
- **Ne jamais fumer, chiquer du tabac, boire ni manger quand on manipule des pesticides.** Ne jamais transporter sur soi du tabac ni des aliments — et ne jamais laisser du tabac, des aliments ou des boissons dans les lieux où l'on manipule ou entrepose des pesticides.
- **Se changer et se laver les mains et le visage avant de manger, de boire ou de fumer.**
- **Se laver les mains avant d'aller aux toilettes et non seulement après.** La peau dans la région du bas ventre absorbe très facilement les pesticides.

Protection des personnes, du bétail, des animaux de compagnie, de l'eau et des cultures sensibles

- N'acheter et n'entreposer que la quantité nécessaire.
- Faire en sorte que les pulvérisations ne soient pas emportées par le vent (dérive).
- Placer les pesticides à l'abri de l'eau.
- Nettoyer les déversements sans délai et selon les règles de sécurité.
- Éliminer les contenants et les restants de pesticides selon les règles de sécurité.

Santé humaine

Risques liés à l'utilisation des pesticides

Chaque fois qu'on manipule un pesticide, on s'expose à certains risques. L'importance de ces risques dépend de deux facteurs : la toxicité du pesticide et le degré d'exposition.

Danger = Toxicité × Exposition

La **toxicité** indique dans quelle mesure le produit est dangereux ou toxique. Il y a deux types de toxicité :

- **Toxicité aiguë** — Intoxication résultant d'une *seule exposition* au produit. Les symboles et mots-indicateurs sur l'espace principal de l'étiquette indiquent le degré de toxicité aiguë du produit.

  Dose létale 50 % (DL_{50}) — Sert à mesurer le degré de toxicité aiguë. Il s'agit de la dose (mg de produit/kg de poids corporel) qui tue 50 % des animaux de laboratoire au bout d'un délai donné (allant de 24 heures à 7 jours). Plus la dose létale (DL_{50}) est basse, plus le produit est toxique.

  Exemples de produits à toxicité aiguë élevée parmi les pesticides mentionnés dans la présente publication :

Nom usuel (matière active)	Nom commercial
dichlorvos	DDVP
endosulfan	Endosulfan, Thiodan
nicotine	Nicotine fumigène
pyrimicarbe	Pirliss

- **Toxicité chronique** — Intoxication qui résulte d'une **exposition répétée** à de petites doses d'un pesticide sur une longue période. La toxicité chronique peut ne se manifester qu'après des mois, voire des années, d'exposition au produit. Les symboles qui figurent sur l'étiquette **ne** donnent **aucune** information sur la toxicité chronique du produit. Le port de vêtements et

d'équipement de protection personnelle contribue à réduire l'exposition et les risques d'intoxication chronique.

Mesure du taux de cholinestérase dans le sang

Les **organophosphorés** et les **carbamates** peuvent perturber le système nerveux. Ces pesticides peuvent modifier la concentration de l'enzyme acétylcholinestérase dans le sérum et les globules rouges du sang. Cette enzyme a pour rôle de transmettre des messages à travers notre système nerveux. La baisse du taux de cholinestérase fait apparaître différents symptômes, dont tremblements, spasmes musculaires, vision trouble, difficultés respiratoires et cardiaques.

Une personne qui utilise régulièrement des organosphosphorés et des carbamates a intérêt à faire mesurer son taux de cholinestérase périodiquement. Un médecin de famille peut faire faire ces analyses qui sont couvertes par l'Assurance-santé de l'Ontario. **La première analyse doit être faite avant que commence la manipulation de ces produits.** La première analyse indiquera le taux normal de cholinestérase qui servira de taux de référence. On doit par la suite faire vérifier son taux de cholinestérase tous les **7 à 10 jours** si l'on pulvérise régulièrement des organophosphorés ou des carbamates pendant plusieurs semaines. Un taux inférieur à la moitié du taux initial est le signe d'un empoisonnement. **L'exposition doit alors absolument cesser** jusqu'à ce que le taux de cholinestérase revienne à la normale.

Nom commun (matière active)	Nom commercial
acéphate	Orthene
bendiocarbe	Trumpet
dichlorvos	DDVP
malathion	Malathion
naled	Dibrom
pyrimicarbe	Pirliss

L'exposition désigne la façon dont l'organisme entre en contact avec un produit. Les pesticides peuvent pénétrer dans l'organisme par trois voies :

- **Voie cutanée,** c'est-à-dire par la peau ou les yeux. La quantité de pesticide absorbée et la vitesse d'absorption dépendent de plusieurs facteurs, notamment :
  - l'état de la peau. Si la peau est humide ou si elle est irritée ou égratignée, le produit sera absorbé plus facilement;
  - la partie du corps qui est en contact avec le pesticide. Les yeux, la région génitale, le cuir chevelu et les conduits auditifs absorbent plus rapidement les pesticides que les mains ou les bras. Les pesticides qui entrent dans les yeux sont absorbés à 100 %.
- **Voie respiratoire (inhalation)**, quand on inhale des particules, poussières, gaz ou vapeurs en suspension dans l'air.
- **Voie orale**, quand le produit entre dans la bouche ou est ingéré.

Premiers soins

1. **Toujours commencer par se protéger soi-même, afin de ne pas alourdir le bilan des victimes**. On doit toujours enfiler des vêtements et l'équipement de protection avant d'entrer dans un lieu contaminé par un pesticide ou avant de porter secours à une personne contaminée.

2. **Voir si la victime respire.**

   Si elle ne respire pas :

   - La placer de façon à redresser ses voies respiratoires et vérifier si la respiration reprend.
   - Si la victime ne recommence pas à respirer, lui administrer la respiration artificielle jusqu'à ce qu'elle recommence à respirer d'elle-même.
   - Éviter de se contaminer soi-même surtout si la victime a des pesticides ou des vomissures sur le visage ou autour de la bouche. Utiliser un masque de respiration artificielle bouche-à-bouche avec valve anti-reflux. Ne pas respirer l'air expiré par la victime.
   - Procéder à la réanimation cardio-respiratoire si le pouls de la victime disparaît, mais seulement si on a reçu la formation nécessaire.

   Si la victime respire, mais est inconsciente :

   - La placer en position de récupération (sur le côté, la tête légèrement tournée sur le côté). Si la victime vomit, essayer de lui dégager les voies respiratoires.

3. **Cesser l'exposition au pesticide.** Retirer la personne des lieux contaminés. Lui enlever tous ses vêtements contaminés. Laver à l'eau et au savon toute région du corps qui a été en contact avec le produit.

4. **Réunir les quatre données de base :**

   - **Identification du pesticide.** Chercher l'étiquette, le contenant ou un restant du produit.

   - **Quantité** — Essayer de déterminer la quantité de produit à laquelle la victime a été exposée.

   - **Voie de pénétration** — Comment le pesticide est-il entré dans l'organisme? Par la bouche, par la peau ou les yeux, ou par les poumons?

   - **Durée de l'exposition** — Combien de temps s'est-il écoulé depuis que la victime a été exposée au produit et combien de temps y a-t-elle été exposée? Les symptômes se sont-ils déclarés immédiatement ou l'intoxication est-elle survenue après une utilisation du produit durant une longue période?

Il n'y a pas une minute à perdre. **Si l'on ne peut répondre rapidement à ces questions, se tenir prêt à fournir au personnel des services d'urgence le peu d'information qu'on aura pu réunir.**

5. **Appeler une ambulance ou le Centre antipoisons.**

6. **Commencer à administrer les premiers soins qui s'imposent en fonction de la voie par laquelle la victime a été intoxiquée.**

7. **S'assurer que le patient est examiné par un médecin.** Les premiers soins ne peuvent pas remplacer l'intervention d'un membre du corps médical.

Mesures d'urgence et premiers soins en cas d'empoisonnement par les pesticides (voir la troisième page de couverture)

Si des malaises surviennent pendant ou peu de temps après la manipulation d'un pesticide, se rendre à l'hôpital. Apporter avec soi l'étiquette, la fiche FSSS ou le contenant du produit. Ne pas transporter le contenant dans l'habitacle du véhicule.

Lire et respecter l'information portée par l'étiquette

Connaître la signification des termes et symboles de danger

Les dangers liés aux pesticides sont signalés par quatre mots et symboles importants.

Symbole de danger	Mot-indicateur
	Poison
	Corrosif
	Inflammable
	Explosif

Le symbole de danger se trouve toujours à l'intérieur de l'une des figures illustrées ci-dessous. Ces figures et les mots-indicateurs qui les accompagnent renseignent sur l'importance du danger que présente le produit. **Plus la figure comporte de côtés, plus le produit est dangereux.**

	Figure	Mot-indicateur
Triangle = produit peu dangereux (3 côtés)		Prudence
Losange = produit moyennement dangereux (4 côtés)		Attention
Octogone = produit très dangereux (8 côtés)		Danger

Apprenez ces mots et ces symboles — ils peuvent vous sauver la vie!

Voir si l'étiquette comporte des avertissements à propos des dangers pour les yeux ou la peau. L'espace principal de l'étiquette d'un pesticide peut aussi comporter des avertissements quant au danger que le produit représente pour les yeux ou indiquer s'il s'agit d'un irritant pour la peau ou les yeux.

Délai de non-retour dans la zone traitée

Le délai de non-retour dans la zone traitée correspond au temps minimal qui doit s'écouler entre le moment du traitement et celui où les travailleurs peuvent retourner dans la zone traitée sans équipement de protection personnelle. Les travailleurs s'exposent à des risques d'empoisonnement s'ils retournent dans les zones traitées trop tôt après la pulvérisation du pesticide. L'empoisonnement peut résulter de la manipulation des plants traités ou de l'inhalation des émanations de pesticides.

La liste ci-après indique, pour chaque pesticide, pendant combien de temps au minimum il faut attendre pour retourner, sans tenue protectrice, dans une culture qui vient d'être traitée.

- L'étiquette de certains pesticides, comme le parathion, porte une mise en garde concernant le retour dans les cultures traitées. Prendre les précautions recommandées sur l'étiquette.

- Si l'étiquette ne spécifie pas de délai, respecter le délai minimum suivant :

12 heures	24 heures
pyridabène (Dyno-Mite)	bendiocarbe (Trumpet)
deltaméthrine (Decis)	

Nombre total d'épandages ou traitements

L'étiquette de certains produits fixe une limite au nombre de traitements qui peuvent être faits au cours d'une saison de croissance. Ces limites ont pour but de prévenir l'accumulation de résidus de pesticides dans les aliments ou dans le sol, les dommages aux cultures ou l'apparition d'une résistance chez les parasites visés.

Zones tampons

Les zones tampons sont des zones qu'on s'abstient de traiter afin de protéger une zone adjacente, par exemple un étang, un cours d'eau, une culture sensible, une culture non visée, un marécage ou un espace boisé, etc. Les producteurs qui cultivent des fleurs de plein champ doivent tenir compte des zones tampons.

Vêtements et équipement de protection

Choisir et porter la tenue et les accessoires de protection appropriés

S'assurer que la tenue et les accessoires :

- offrent la protection nécessaire pour le travail à faire;
- sont de la bonne taille;
- sont propres et en bon état.

Le choix des vêtements et accessoires de protection à porter pendant un travail donné dépend :

- **du pesticide utilisé** — lire la rubrique Précautions de l'étiquette pour savoir quoi porter;
- **du travail à faire** — p. ex., il faut se protéger davantage quand on manipule des pesticides concentrés ou quand on prépare le mélange ou qu'on remplit le pulvérisateur;
- **du type de traitement** — il faut se protéger plus rigoureusement quand on fait des traitements dans des lieux clos ou des pulvérisations avec un pulvérisateur à jet porté, et que le tracteur n'a pas de cabine.

Chaque personne qui utilise des pesticides doit avoir ses **propres** vêtements et accessoires de protection. Consulter le spécialiste technique du fournisseur d'équipement de protection personnelle pour s'assurer que l'équipement est adapté aux pesticides qu'on utilise et qu'il est de la bonne taille.

QUEL QUE SOIT le pesticide, toujours porter :

- un chapeau n'absorbant pas l'eau, par exemple un casque de sécurité ou un chapeau de pluie imperméable
  - Dans certains cas, il faut que toute la région de la tête et du cou soit protégée, par exemple : pulvérisation de pesticides à l'intérieur d'une serre, pulvérisation de formulations pulvérulentes ou utilisation d'un pulvérisateur à jet porté. Dans ce genre de situations, porter une cagoule ou un chapeau qui protège les conduits auditifs. Ne pas porter de casquettes de baseball ou de chapeaux en tissu qui absorbent les pesticides et n'offrent donc pas de protection.

- un pantalon long et une chemise à manches longues ou une combinaison de protection
  - Les combinaisons sont à usage unique ou réutilisables. Les réutilisables sont normalement faites dans un tissu serré de coton ou de polyester. Si on utilise des combinaisons à usage unique, s'assurer qu'elles protègent effectivement contre les pesticides qu'on projette d'utiliser.
  - Les combinaisons qui ne se laissent pas imprégner par l'eau sont à préférer; les pantalons en coton, en denim et en mélange coton/polyester collent à la peau quand ils sont mouillés, ce qui accroît le risque de contamination par voie cutanée.

- des gants de protection contre les agents chimiques (non doublés)
  - Utiliser des gants en néoprène ou en nitrile (PVC), à moins que l'étiquette du pesticide ne préconise une autre sorte de gant. Ne pas porter de gants de caoutchouc car de nombreux pesticides peuvent dégrader ce matériau. Replier le haut des gants vers l'extérieur et tirer la manche par dessus.

- des bottes résistantes aux produits chimiques (non doublées)
  - passer les jambes de pantalon sur les bottes pour empêcher le pesticide de ruisseler à l'intérieur des bottes.

Lire l'étiquette. Elle précise quels vêtements et quels accessoires de protection supplémentaires il faut porter. Dans le cas de certains pesticides, il faut aussi porter :

- des lunettes de protection étanches
  - Utiliser des lunettes étanches pourvues d'orifices d'aération indirecte qui empêchent les éclaboussures d'entrer au contact des yeux. Les lunettes ordinaires n'assurent pas une protection complète. Ne jamais porter des lentilles cornéennes quand on travaille avec des pesticides.

- Un écran facial

- Un tablier résistant aux produits chimiques

- Un respirateur
  - Un respirateur est un appareil qui couvre la bouche et le nez afin d'empêcher la pénétration dans les poumons des infimes gouttelettes, particules et vapeurs produites par la pulvérisation. **Un masque antipoussière ne peut pas remplacer un respirateur conçu pour protéger contre les pesticides.** Au moment de l'achat, s'assurer de choisir un respirateur, des cartouches ou des pré-filtres qui protègent contre les vapeurs organiques. Pour en savoir plus sur les respirateurs, consulter le manuel du Cours sur l'utilisation sécuritaire des pesticides, élaboré par le Collège de Ridgetown, de l'Université de Guelph.

Travail dans des espaces clos

Masque anti-gaz à cartouche

- Le masque anti-gaz à cartouche est efficace contre les émanations gazeuses ou poudreuses de certains produits dangereux.

- Ce type de masque convient généralement dans les lieux ventilés où la qualité de l'air n'est pas susceptible de changer rapidement. Il ne doit jamais être utilisé dans un espace clos où l'oxygène peut se raréfier et où des gaz dangereux peuvent s'accumuler.

Appareil de protection respiratoire autonome

- Les appareils à filtre n'assurent pas une protection suffisante aux personnes qui travaillent dans des espaces clos où les concentrations de gaz sont anormalement élevées. L'oxygène peut s'y raréfier et l'atmosphère devenir mortelle. Dans les espaces clos, il est indispensable de porter un appareil de protection respiratoire autonome (par exemple, le Scott Air Pack) qui fournit de l'air.

- L'emploi de substances qui dégagent du cyanure d'hydrogène, du bromure de méthyle, de la chloropicrine ou de la phosphine peut donner lieu à de fortes concentrations de gaz et à une raréfaction de l'oxygène; c'est le cas des fumigènes et des brumisateurs utilisant des pesticides très toxiques ainsi que de certaines pulvérisations volatiles.

Autres vêtements de protection

- Porter tous les vêtements de protection qui sont recommandés sur l'étiquette.

Conditions de travail

- Utiliser un masque anti-gaz à cartouche quand l'air ambiant contient des concentrations faibles de substances toxiques, gaz, vapeurs ou poudres, provenant d'une désinfection du sol par bassinage, d'un épandage de granulés, d'un poudrage ou d'une pulvérisation foliaire. Les pesticides appliqués de cette manière ont en général une toxicité faible ou modérée.

- Utiliser un appareil de protection respiratoire autonome (par exemple le Scott Air Pack) quand on travaille avec des pesticides dont la toxicité est très élevée. Il peut se produire de fortes concentrations de substances toxiques, telles que gaz, vapeurs ou matières nocives, et une raréfaction de l'oxygène, particulièrement dans les espaces clos (par exemple, fumigation du grain entreposé).

- S'adresser à un fournisseur de matériel de sécurité afin de connaître ses recommandations.

TABLEAU 1–1. Fournisseurs de vêtements et d'équipement de protection personnelle en Ontario

3-M Canada Inc.	Division de la santé au travail et de la protection de l'environnement, C.P. 5757 London ON N6A 4T1	tél. : 519 452-6165 sans frais : 1 800 364-3577 téléc. : 519 452-4660
Acklands Grainger	90, ch. Beaver Creek Ouest Richmond Hill ON L4B 1E7	tél. : 905 731-5516 sans frais : 1 800 668-8989 téléc. : 905 731-2798
Aearo Canada	7115, ch. Tomken Mississauga ON L5S 1X7	tél. : 905 795-0700 sans frais : 1 800 387-4304 téléc. : 905 564-5250
Dutch Industries "Protect-Air Cab Filter"	Huron Tractor, C.P. 1300 Exeter ON N0M 1S3	tél. : 519 235-1115 téléc. : 519 255-1939
HAMISCO	3392, ch. Wonderland London ON N6L 1A8	tél. : 519 652-9800 sans frais : 1 800 668-9800 téléc. : 519 652-9661
Kappler Canada	C.P. 1687 20, pl. Ryan Brantford ON N3T 5V7	tél. : 519 752-4369 sans frais : 1 800 387-9326 téléc. : 519 752-2161
Levitt-Safety (Eastern) Limited	2872 Bristol Circle Oakville ON L6H 5T5	tél. : 905 829-3299 sans frais : 1 800 668-6153 téléc. : 905 829-2919
Mitt & Robe Co.	751, rue Norfolk N. Simcoe ON N3Y 3R6	tél. : 519 428-4050 sans frais : 1 877 893-6565 téléc. : 519 428-5142
MSA Canada Inc.	148, prom. Norfinch North York ON M3N 1X8	tél. : 416 667-9400 sans frais : 1 800 267-0672 téléc. : 416 663-5908
Plant Products Co. Ltd.	314, ch. Orenda Brampton ON L6T 1G1	tél. : 905 793-7000 sans frais : 1 800 387-2449 téléc. : 905 793-9632
Safety Express	4060B Sladeview Cres., Bur. 2 Mississauga ON L5L 5Y5	tél. : 905 608-0111 sans frais : 1 800 465-3898 téléc. : 905 608-0091
The St. George Company (fournisseurs des casques Kasco)	C.P. 430 20, prom. Consolidated Paris ON N3L 3T5	tél. : 519 442-2046 sans frais : 1 800 461-4299 téléc. : 519 442-7191

Fournisseurs d'équipement de protection personnelle

S'adresser à un fournisseur d'équipement de protection personnelle pour se faire aider dans le choix des vêtements et de l'équipement de protection appropriés (Voir le tableau 1–1, *Fournisseurs de vêtements et d'équipement de protection personnelle en Ontario*).

Entretien des vêtements et de l'équipement de protection

Une fois la pulvérisation terminée, nettoyer tous les vêtements et l'équipement de protection.

Ne jamais laisser les enfants, les animaux de compagnie ni le bétail entrer en contact avec des vêtements ou de l'équipement contaminés. S'assurer de plus qu'ils ne peuvent entrer en contact avec les flaques d'eau laissées par le nettoyage de l'équipement.

Sans enlever les gants, laver ceux-ci à l'eau et au savon, et les garder pour enlever les vêtements et l'équipement de protection.

Toujours enlever ses vêtements de protection et son équipement dehors. Si on a épandu un pesticide en granulés, bien secouer les vêtements dans un endroit où cela ne pose pas de risque, et vider les poches et les revers de manches ou de jambes de pantalon.

Jeter les vêtements qui ont été mouillés par des produits concentrés ou très toxiques. Placer les vêtements dans un sac en plastique et les apporter au site d'enfouissement.

Ne pas laver les combinaisons de protection et les autres vêtements portés pendant un traitement pesticide avec les autres vêtements. Les laver après chaque usage. Une fois bien secs, les placer dans un sac en plastique et les ranger à part.

Les mains toujours protégées par des gants, laver les accessoires de sécurité. Faire ce travail dehors dans toute la mesure du possible. Si l'on ne dispose pas d'une installation de nettoyage externe, on peut utiliser des seaux qui ne servent qu'à cela. Les marquer et les ranger à part. Laver l'intérieur et l'extérieur des lunettes de protection, du chapeau, des bottes et de tout vêtement imperméable dans de l'eau tiède savonneuse, bien les rincer et les laisser sécher à l'air.

Respirateurs

Retirer les cartouches et pré-filtres du respirateur.

Jeter les cartouches, les boîtes et les tampons filtrants lorsque la respiration devient difficile, qu'on décèle une odeur ou un goût de pesticide, ou lorsque le délai fixé par le fabricant est écoulé.

- Noter sur les cartouches la date de leur première utilisation.
- Retirer les cartouches et tampons filtrants de la pièce faciale et les ranger dans des sacs en plastique propres et hermétiques.
- Laver la pièce faciale dans de l'eau tiède savonneuse, la rincer à fond et la faire sécher dans un endroit bien ventilé. Le séchage à l'air prévient les dommages aux valves d'admission et d'évacuation de l'air.
- Ne jamais utiliser d'alcool ou d'autres solvants pour nettoyer le respirateur, car ils peuvent altérer le caoutchouc et le plastique.

Bottes et gants en caoutchouc, vinyle ou plastique

- Pour que les mains n'entrent pas en contact avec le pesticide, garder les gants pour laver l'extérieur des bottes et des gants avec une solution d'eau et de détergent, puis enlever les gants.

Après avoir enlevé les bottes et les gants, en laver l'intérieur et l'extérieur avec une solution d'eau et de détergent, rincer à fond et laisser sécher dans un endroit bien aéré.

Lavage des vêtements portés pendant la pulvérisation

Ne jamais laver les vêtements portés pendant un traitement pesticide avec les vêtements de tous les jours. Il est impératif de les laver et de les ranger à part. Toujours les laver après chaque utilisation. **Porter des gants résistants aux produits chimiques pendant la manipulation de vêtements contaminés par des pesticides.**

- Faire tremper les vêtements avant de les laver, selon une de ces méthodes :
  - rincer grossièrement les vêtements au jet
  - les laisser tremper à part dans un seau ou une cuve
  - utiliser le cycle de prélavage de la laveuse automatique.
- Placer les vêtements directement dans la machine à laver. Ne laver que quelques articles à la fois. Ne pas ajouter de vêtements de la famille à la brassée.
- Régler la brassée à l'eau chaude, au plus haut niveau d'eau et au cycle le plus long, et utiliser un détergent puissant. Exécuter un cycle de lavage pour vêtements très sales.
- Faire deux cycles de lavage consécutifs.
- Les lavages terminés, étendre les vêtements à l'extérieur (idéalement en plein soleil) et ne les rentrer qu'une fois parfaitement secs. Ne pas utiliser la sécheuse à linge.
- Nettoyer la machine à laver en lui faisant faire un cycle complet avec uniquement de l'eau chaude et du détergent (sans vêtements).

Hygiène corporelle

- **Se laver impérativement les mains avant de manger, de boire ou de fumer.**
- **À la fin de la journée de travail, prendre un bain ou une douche dès que possible.** Plus un pesticide reste longtemps sur la peau, plus l'organisme risque de l'absorber.
- Se laver les cheveux et se curer les ongles. Se doucher longuement en savonnant généreusement.

- Toujours passer des vêtements propres.

- Mettre chaque jour des vêtements de travail frais. On peut penser qu'il n'y a pas grand danger à remettre les vêtements de la veille parce qu'ils n'ont été touchés que par une petite quantité de produit chimique; pourtant, en les portant à nouveau, on continue de s'exposer au produit et on augmente les risques pour la santé.

Protéger l'environnement

Protéger les sources d'eau

- Employer un dispositif anti-refoulement pour empêcher le liquide de retourner à la source pendant les opérations de pompage de l'eau dans un puits, un étang, un ruisseau ou autre point d'eau.

- Préparer la bouillie pesticide et remplir le pulvérisateur quand celui-ci est stationné *à bonne distance* de toute source d'eau, puits, étangs ou cours d'eau.

- Prévoir des zones tampons (des zones où l'on ne traite pas) afin d'éviter la contamination des eaux de surface, des puits, des étangs et/ou des cours d'eau. Voir sur l'étiquette du produit à quelles distances précises de l'eau il faut s'abstenir de traiter.

Réduire et maîtriser la dérive des embruns

Ne pulvériser que lorsque l'air est calme ou seulement faiblement agité (vent de moins de 11 km/h). Dès que l'on s'aperçoit que le vent fait dériver le jet, **il faut cesser le traitement** jusqu'à ce que le vent tombe. Ne jamais pulvériser quand le vent souffle en direction d'une culture sensible ou de zones, comme les cours d'eau, qui sont vulnérables du point de vue écologique.

- Lire l'étiquette du produit pour connaître les recommandations concernant les zones tampons à respecter ainsi que les volumes d'eau et les buses ou pastilles à employer.

- Laisser des zones tampons le long de tous les cours d'eau et autour des puits, ainsi qu'en bordure des champs voisins où poussent des cultures sensibles. Si l'étiquette ne précise rien au sujet des zones tampons, laisser une bande non traitée colonisée par la végétation naturelle.

- Pulvériser la bouillie pesticide au taux recommandé (L/ha).

- Monter sur le pulvérisateur les buses adaptées au traitement considéré. Dans la mesure du possible, employer des buses à admission d'air (de type venturi) qui ont l'avantage, par rapport aux buses traditionnelles, de réduire considérablement la possibilité de dérive.

- Bien régler la distance buse-cible.

- Équiper le pulvérisateur de dispositifs empêchant la dispersion du panache de pulvérisation (capots, déflecteurs, caches et rideaux d'air) s'il est possible et pratique de le faire.

- Utiliser des adjuvants anti-dérive en respectant les directives fournies sur l'étiquette.

- Dans la mesure du possible, appliquer les pesticides avec des humecteurs à corde au lieu de les pulvériser.

Pour de plus amples renseignements sur la dérive des pesticides, consulter le fascicule intitulé *Entreposage, manipulation et application de pesticides* de la série *Les pratiques de gestion optimales* publiée par le MAAO et Agriculture et Agroalimentaire Canada, ainsi que les vidéos sur la maîtrise de la dérive, intitulées *How to Manage Spray Drift et Spray Drift Reduction through Air Induction*, qui ont été produites par le Programme ontarien de formation en matière de pesticides (Collège de Ridgetown).

Protéger les abeilles

Si la protection des abeilles ne concerne pas la majorité de serriculteurs, elle doit par contre être prise très au sérieux par les producteurs qui cultivent des fleurs de plein champ. Les abeilles domestiques, de même que les autres abeilles et insectes, sont des auxiliaires importants de la pollinisation des cultures. De nombreuses cultures sont également d'importantes sources de nectar pour la production du miel.

Il est du devoir de l'agriculteur qui utilise des insecticides dans ses cultures de prendre les mesures suivantes pour ne pas intoxiquer les abeilles :

- Avant d'épandre, prévenir les apiculteurs voisins afin qu'ils mettent leurs colonies à l'abri. Communiquer avec l'apiculteur provincial au 1 888 466-2372 pour obtenir la liste des apiculteurs.

- Ne pas pulvériser d'insecticides sur des cultures en fleurs fréquentées par des abeilles. S'il est indispensable de pulvériser, le faire après 19 h, moment où les abeilles sont rentrées à la ruche. À défaut, pulvériser avant 7 h

du matin, c'est-à-dire avant qu'elles commencent à butiner. Soulignons que les abeilles ne butinent généralement pas à des températures inférieures à 13 °C.

- Ne pas traiter par temps venteux pour éviter que les embruns de pesticides soient emportés vers les ruches avoisinantes.

- Essayer, dans la mesure du possible, de choisir des formulations qui sont les moins toxiques pour les abeilles. Les formulations pulvérulentes (poudres fines) sont plus toxiques que les formulations liquides. Les concentrés émulsifiables (EC) sont moins toxiques que les poudres mouillables (WP).

- En vertu de la *Loi sur l'apiculture*, toute pulvérisation dans un verger en fleurs constitue un délit.

La plupart des organophosphorés et des carbamates sont extrêmement toxiques pour les abeilles. Le tableau 1–2, *Toxicité relative des insecticides pour les abeilles domestiques*, donne des exemples de pesticides utilisés pour la protection des cultures et ui sont toxiques pour les abeilles.

TABLEAU 1–2. Toxicité relative des insecticides pour les abeilles domestiques

Groupe 1 – Très toxique. Ne pas épandre sur les cultures ou les mauvaises herbes en fleurs	
Pounce	perméthrine
Diazinon	diazinon
Cygon, Lagon	diméthoate
Imidan	phosmet
Malathion	malathion
Sevin	carbaryl
Groupe 2 – Épandre seulement en fin de journée ou très tôt le matin*	
Decis	deltaméthrine
Endosulfan, Thiodan	endosulfan

* Les insecticides épandus par temps particulièrement frais peuvent rester toxiques jusqu'à 20 fois plus longtemps que lorsqu'ils sont épandus par temps chaud. Des températures élevées tôt le matin ou tard en soirée peuvent inciter les abeilles à prolonger le butinage.

Lire l'étiquette du pesticide pour connaître les précautions à prendre pour protéger les abeilles.

Élimination des pesticides et des contenants vides

Triple rinçage ou rinçage sous pression des contenants de pesticides vides

Les contenants non rincés ne sont pas vraiment « vides ». Ils peuvent encore contenir environ 1 % du volume initial du produit. Cette quantité apparemment négligeable n'en pose pas moins un danger pour les humains, les animaux et l'environnement. Pour atténuer ce danger, rincer chaque contenant trois fois pendant le remplissage de la cuve du pulvérisateur afin de pouvoir y verser les rinçures. Faire un triple rinçage manuel ou utiliser un rince-bidon spécialement conçu. Les boîtes en papier ou en carton sont souvent assez solides pour supporter les rinçages. Si possible, les rincer de la même manière que les bidons en plastique.

Triple rinçage

1. Remplir le contenant à 10 % avec le liquide utilisé pour diluer le reste de pesticide (habituellement de l'eau).

2. Reboucher le contenant, l'agiter ou le rouler de manière à bien rincer les parois intérieures.

3. Verser les rinçures dans la cuve du pulvérisateur.

4. Refaire deux autres fois les étapes 1–3.

Bien examiner le contenant après l'avoir rincé pour s'assurer qu'il est débarrassé de tout produit qui aurait pu coller ou s'agglomérer dans le fond du contenant.

Dispositifs de rinçage

Les dispositifs de rinçage mettent en œuvre de l'eau sous pression pour nettoyer les contenants. Leur action est tout aussi efficace que le triple rinçage, mais elle prend moins de temps. Suivre les consignes du fabricant.

Comment éliminer les contenants vides rincés trois fois

Ne jamais réutiliser des contenants de pesticides vides. Si pratiques qu'ils soient, ils présentent toujours un risque même après un triple rinçage. Ne jamais donner à qui que ce soit des contenants vides et rincés, surtout pas aux enfants. S'en débarrasser rapidement.

Le règlement 914 (article 27) de la *Loi sur les pesticides* prescrit les façons réglementaires d'éliminer les contenants de pesticides en Ontario.

Contenants en métal, en plastique ou en verre
Pour éliminer les récipients en métal, en plastique ou en verre qui ont contenu un pesticide inscrit aux annexes 1, 2, 3*, 5 ou 6* (*non à usage domestique), il faut :

- faire un triple rinçage ou un rinçage à l'eau sous pression ou avec un solvant approprié, puis,
  - **soit** les apporter à un dépôt de contenants de pesticides destinés au recyclage;
  - **soit** les apporter à un site d'enfouissement de déchets en règle.

Une fois les contenants bien rincés, les perforer pour qu'ils s'égouttent complètement et qu'ils ne puissent être réutilisés.

Il est souvent plus pratique de mettre de côté les contenants vides rincés jusqu'à ce qu'il y en ait assez pour les apporter à un dépôt de recyclage ou d'enfouissement. Si l'on remise les contenants, s'assurer qu'ils ont été rincés et perforés pour qu'ils ne puissent plus servir et les ranger en lieu sûr, à l'abri de l'humidité, par exemple dans le local d'entreposage des pesticides, jusqu'à ce que l'on puisse s'en débarrasser convenablement.

Recyclage
Dans le cadre du Programme ontarien de recyclage des contenants de pesticides, tous les producteurs agricoles et entrepreneurs de traitements antiparasitaires peuvent rapporter à des dépôts, situés un peu partout dans la province, leurs **contenants en métal ou en plastique propres et rincés trois fois** (d'une capacité maximale de 23 L dans le cas des contenants en plastique et de 20 L dans le cas des contenants en métal). Pour savoir où se trouve le dépôt le plus proche, appeler le Programme ontarien de formation en matière de pesticides au 1 800 652-8573.

Contenants en papier et en carton
Pour éliminer les contenants en papier ou en carton qui ont contenu un pesticide inscrit aux annexes 1, 2, 3*, 5 ou 6* (*non à usage domestique), il faut :

- faire un triple rinçage ou un rinçage au jet d'eau sous pression (si possible) en utilisant de l'eau propre et,
  - **soit** brûler les contenants (si les règlements municipaux le permettent) en prenant garde que la fumée n'incommode personne, de même que les animaux, et qu'elle ne se dirige pas vers des bâtiments, des routes, des chemins ou des espaces extérieurs fréquentés par le public;
  - **soit** les apporter à un site d'enfouissement de déchets en règle.

Les contenants en papier ou en carton sont souvent assez rigides pour supporter le rinçage. Si possible, les rincer trois fois pendant le remplissage de la cuve du pulvérisateur, puis les brûler à un endroit isolé de la ferme.

Faire preuve d'une extrême prudence à l'égard de la fumée, car elle peut contenir des émanations toxiques produites par la combustion du pesticide. Éliminer tout risque qu'un humain ou qu'un animal inhale cette fumée. Veiller à ce que le vent ne rabatte pas la fumée vers des bâtiments, des routes ou des espaces extérieurs fréquentés par le public.

On peut aussi apporter les contenants en papier ou en carton à un site d'enfouissement local, de la même façon que les contenants en métal, en plastique ou en verre. Si on ne peut pas le faire immédiatement, les ranger en attendant en lieu sûr, dans le local d'entreposage des pesticides par exemple.

Quantités non employées
Éliminer les pesticides non utilisés dans le respect des règles de sécurité.

- Communiquer avec le fournisseur. Certains fournisseurs acceptent de reprendre des restants de produits s'ils sont toujours dans le contenant d'origine.

- Si des restants de produits ne peuvent être utilisés de la façon prévue sur l'étiquette, le ministère de l'Environnement exige qu'ils soient confiés à une entreprise autorisée à transporter des déchets dangereux pour qu'elle les apporte à un site d'enfouissement en règle. Consulter les Pages jaunes de l'annuaire téléphonique sous « Collecte des déchets liquides ».

- Surveiller dans les journaux locaux les avis annonçant les dates de collecte des déchets dangereux organisées par la municipalité, ou communiquer avec cette dernière. Si la municipalité n'a pas de journées de collecte spéciale, insister auprès d'elle pour qu'elle en organise. Durant ces journées de collecte, on peut faire ramasser les restants de pesticides concentrés (maximum de 25 L).

Quantité excédentaire de bouillie dans le pulvérisateur
Le meilleur moyen d'éliminer la bouillie restant dans la cuve du pulvérisateur est de la pulvériser sur un autre champ qui

a besoin du même traitement. Mais auparavant, il faut consulter l'étiquette pour vérifier que l'emploi du produit est homologué sur la culture présente dans cet autre champ.

S'il n'y a pas d'autre champ où pulvériser la bouillie, diluer celle-ci en ajoutant 10 parties d'eau pour 1 partie de bouillie. Cette bouillie très diluée pourra être épandue sans risque sur la superficie déjà traitée à condition toutefois que la dose de pesticide recom-mandée sur l'étiquette ne soit pas dépassée. Consulter l'étiquette pour connaître les éventuelles restrictions concernant les cultures de la rotation, le délai d'attente avant la récolte, ou l'élimination de la bouillie excédentaire.

NE JAMAIS pulvériser la bouillie non diluée sur une partie du champ déjà traité. Cela revient à doubler la dose recommandée sur cette superficie. Il peut en résulter des quantités illégales de résidus de pesticides sur la culture récoltée ou des niveaux nocifs de résidus dans le sol qui peuvent léser les cultures.

Sachets solubles

Pour diminuer le nombre des contenants à éliminer, opter pour des emballages qui se dissolvent dans la cuve du pulvérisateur. Les sachets hydrosolubles sont utilisés pour les formulations en poudre fluide et en poudre mouillable et sont vendus sous les noms par exemple de Clean Pak, Solupak et Toss-N-Go. Dans la plupart des cas, le matériau hydrosoluble est l'APV (alcool polyvinylique). Ce matériau se dissout complètement dans le pulvérisateur lorsqu'il est ajouté à l'eau de la cuve selon les directives du fabricant.

Lire attentivement toutes les étiquettes et notices d'emploi. Pour plus de détails, s'adresser au vendeur du pesticide.

Garder au sec les sachets hydrosolubles jusqu'au moment de l'emploi :

- Ne pas manipuler les sachets hydrosolubles avec des mains ou des gants mouillés.
- Ne sortir les sachets hydrosolubles de leur suremballage qu'au moment de les ajouter dans la cuve du pulvérisateur.
- Fermer toujours hermétiquement le suremballage pour protéger de l'humidité les sachets qui restent.

Plonger les sachets dans la cuve

- Consulter le mode d'emploi du produit pour savoir exactement comment ajouter les sachets à la cuve.
- Remplir d'eau la cuve du pulvérisateur au quart de sa capacité et mettre l'agitateur en marche. Ajouter ensuite les sachets hydrosolubles.
- La plupart des sachets se dissolvent complètement en moins de 5 minutes, selon la température de l'eau et le degré d'agitation.
- Si d'autres pesticides compatibles sont utilisés, les ajouter dans la cuve pendant le remplissage.

Ne pas ajouter dans la cuve :

- un pesticide qui est incompatible avec l'APV des sachets. L'APV n'est pas soluble dans une huile d'été (p. ex. huile Superior).
- un produit contenant du bore (par exemple, Solubor), des oligo-éléments chélatés ou des engrais hydrosolubles car ces composés ne sont pas compatibles avec la pellicule d'APV. La combinaison de ces produits avec l'APV risque de former une substance collante ou insoluble dans la cuve. Quand la cuve a servi à épandre du bore, des oligo-éléments chélatés ou des engrais hydrosolubles, la vidanger et la rincer à fond avant d'y verser un produit emballé dans de l'APV.

Entreposage des pesticides

La *Loi sur les pesticides* de l'Ontario et le règlement 914 énoncent les exigences visant les installations d'entreposage (voir le tableau 1–3, *Exigences visant les installations d'entreposage aux termes de la Loi sur les pesticides)*. Les exigences à respecter dépendent de la catégorie à laquelle appartiennent les pesticides que l'on emploie (« annexes » de la Loi).

Voir aussi la fiche technique du MAAO intitulée, *Entrepôt de pesticides*, commande n° 94-038.

Déversements de pesticides

Se protéger soi-même avant d'entreprendre l'opération de nettoyage. Procéder au nettoyage immédiatement.

Déversement mineur :

- Si le pesticide est liquide, le recouvrir d'une bonne couche d'un matériau absorbant comme de la litière pour chats, de la vermiculite ou de la terre sèche, puis balayer ou pelleter le matériau dans un baril à déchets.

TABLEAU 1–3. Exigences visant les installations d'entreposage aux termes de la *Loi sur les pesticides*

	Annexes 3, 4 et 6	Annexe 2	Annexes 1 et 5
Éloignées des aliments et des boissons	◆	◆	◆
Sans danger pour la santé ou la sécurité	◆	◆	◆
Propres et ordonnées	◆	◆	◆
Panneaux de mise en garde sur les bâtiments d'entreposage	◆	◆	◆
Panneaux de mise en garde sur les véhicules laissés sans surveillance	◆	◆	◆
Numéros de téléphone d'urgence bien en vue	◆	◆	◆
Ventilation débouchant sur l'extérieur		◆	◆
Accès restreint (local sous clé)		◆	◆
Absence d'avaloir de sol		◆	◆
Équipement de protection personnelle accessible		◆	◆
Utilisées exclusivement pour les pesticides			◆

Si un déversement de pesticide cause ou risque de causer des préjudices, le signaler à la municipalité et au ministère de l'Environnement de l'Ontario, Centre d'intervention en cas de déversement, en appelant le 1 800 268-6060 (ligne ouverte en permanence).

- Si le pesticide est en poudre ou en granulés, le balayer ou le pelleter dans un baril à déchets.

Déversement important :

- Faire sortir les personnes ou les animaux de la zone où s'est produit l'accident.
- Empêcher le produit de continuer à se répandre.
- Empêcher le produit de se déverser dans un cours d'eau.

Pour en savoir plus sur la prévention des déversements, voir la fiche technique du MAAO, *Comment éviter les déversements accidentels de pesticides*, commande n° 96-026. (Voir la deuxième page de couverture de la présente publication pour savoir comment obtenir les fiches techniques.)

Méthodes d'épandage des pesticides

Pulvérisation

- La pulvérisation est l'une des méthodes les plus communément utilisées et les plus efficaces.
- Tenir les buses propres et réglées à la bonne pression de manière que la pulvérisation soit fine et atteigne uniformément le feuillage lorsqu'on traite jusqu'au point de ruissellement.
- L'objectif est d'obtenir un recouvrement total; s'assurer de bien mouiller tant la face inférieure que la face supérieure des feuilles.

Brumisation

- La brumisation est réalisée avec plusieurs types d'appareils.
- Les brumisateurs ou atomiseurs mettent tous en œuvre de la chaleur produite par différentes sources pour vaporiser le pesticide.
- La brumisation peut être une méthode très efficace quand les règles fondamentales sont respectées.

Épandage de granulés

- Il y a sur le marché plusieurs types d'épandeurs de granulés.
- S'assurer que l'appareil ne broie ni ne concasse les granulés.

Fumées

- Les fumées sont un moyen très simple mais efficace d'appliquer des pesticides.
- Aucun matériel n'est nécessaire; les cannettes sont simplement placées dans l'allée et amorcées.
- Ne pas utiliser des fumées dans les serres très anciennes, qui ne sont pas étanches, ou par grand vent.

Pulvérisation à ultra-bas volume

- Il existe plusieurs types de pulvérisateurs à ultra-bas volume (U.B.V.).
- Ces pulvérisateurs atomisent la bouillie en particules infinitésimales (7–20 microns).

- Un système de ventilation mécanique propulse les particules dans toute la serre.

Pulvérisateurs électrostatiques

- Les pulvérisateurs électrostatiques ajoutent une charge électrique aux fines particules pulvérisées.

- Ils améliorent l'adhésion du pesticide sur les plantes et réduisent la dérive.

Fumigants et fumées insecticides employés dans les espaces clos

- Il faut être parfaitement au courant des risques et de la toxicité que présente chaque pesticide utilisé. Consulter l'étiquette du produit, la fiche FSSS du produit ou le fabricant pour obtenir toute l'information nécessaire.

- Pendant l'utilisation des fumigants ou des générateurs de fumée insecticide, porter une tenue protectrice étanche qui empêche tout contact par voie cutanée ou respiratoire. Pendant et après le traitement, fermer à clé le bâtiment qui a été traité et poser à l'extérieur des panneaux d'avertissement.

- Suivre les directives du fabricant en ce qui concerne la ventilation, après traitement, des bâtiments, entrepôts, silos ou cellules de stockage de grain avant d'autoriser le retour dans ces lieux.

Fumigants

- Toujours consulter le mode d'emploi du produit.

- Le producteur qui désire utiliser du bromure de méthyle additionné de chloropicrine ou de phosphure d'aluminium pour fumiger des serres, des caves, des entrepôts et des structures de stockage de grain doit au préalable obtenir le permis exigé par la *Loi sur les pesticides*.

- Pour obtenir ce permis, s'adresser à un agent des pesticides au bureau régional du ministère de l'Environnement de l'Ontario.

- Faire sortir le bétail et la volaille qui se trouvent dans le bâtiment à traiter.

- Par mesure de sécurité, une autre personne portant une tenue de protection devrait être présente pendant toute la durée de la fumigation.

- Ne pas porter de gants quand on travaille avec du bromure de méthyle, car ils emprisonnent le gaz près de l'épiderme. Porter un respirateur à cartouche pour vapeur organique couvrant tout le visage ou un appareil de protection respiratoire autonome à pression positive.

- Pour travailler avec du phosphure d'aluminium, porter des gants en coton ainsi qu'un respirateur à cartouche pour gaz acide couvrant tout le visage.

- Pour plus de renseignements, se procurer les publications *Methyl Bromide Structure Fumigation Procedures* et *Aluminium Phosphide Structure Fumigation Procedures* du ministère de l'Environnement de l'Ontario.

Agents mouillants

Dans les paragraphes qui suivent, le terme « agent mouillant » désigne les mouillants-adhésifs, les dispersants, les tensio-actifs ou surfactants, bien que, techniquement, ces substances présentent de légères différences.

- L'eau ne s'étale pas toujours uniformément à la surface des feuilles. Sa nature hydrophile lui confère une très forte tension de surface de sorte que lorsqu'on la dépose sur une feuille, laquelle est hydrophobe, cette dernière l'amasse en grosses gouttelettes qui ruissellent aisément et tombent de la feuille sur le sol (en emportant avec elles les pesticides).

- L'emploi d'agents mouillants réduit la tension de surface de l'eau et lui permet de mieux adhérer aux feuilles. Les pesticides s'étalent donc davantage sur la surface des feuilles.

- La plupart des formulations de pesticides contiennent un agent mouillant, mais pas en quantité suffisante dans certains cas, à cause notamment de la température de l'eau ou de l'air, de la dureté de l'eau, de la texture de la feuille, du stade de croissance de la plante et même du type de formulation. Consulter l'étiquette pour des directives précises sur l'emploi des agents mouillants.

- Une méthode simple pour déterminer si la teneur en agent mouillant est adéquate consiste à pulvériser sur 3 m de couches. Vérifier ensuite si les faces inférieure et supérieure des feuilles à différents stades de croissance sont uniformément mouillées.

- Si le mouillage n'est pas uniforme, ajouter 125 mL de mouillant par 1 000 L de bouillie. Pulvériser sur trois autres mètres de couches et vérifier de nouveau. Continuer ainsi jusqu'à ce que le recouvrement soit satisfaisant.

- Comme leur nom l'indique, ces agents aident la bouillie à « mouiller » le mycélium qui cause la maladie du blanc (oïdium) pour mieux en venir à bout. L'excès d'agent mouillant peut causer des dégâts aux plants ainsi qu'un moussage excessif (entraînant des problèmes de pompage) ou de ruissellement (et donc une perte d'efficacité).

Eau employée pour l'irrigation et les traitements phytosanitaires

Il est très important de neutraliser l'alcalinité de l'eau servant à l'irrigation ou à la préparation des bouillies pesticides dans la cuve du pulvérisateur.

Irrigation

- Le pH de l'eau d'irrigation doit se situer autour de 6,0 (acidité) pour permettre une meilleure assimilation des éléments nutritifs par les plantes. En Ontario, de nombreuses sources d'eau ont un pH élevé (alcalinité), qui doit être abaissé.

- Par des analyses de l'eau, déterminer la quantité et le type d'acide qu'il faut lui ajouter pour qu'elle atteigne le niveau de pH voulu. Consulter un conseiller en serriculture et se référer le chapitre 2 intitulé *Fertilisation des cultures,* page 18.

Bouillies préparées dans la cuve du pulvérisateur

- Il est recommandé de pulvériser immédiatement les pesticides qui ont été mélangés dans de l'eau alcaline, car ils subissent une dégradation à son contact.

- Comme de raison, il n'est pas toujours possible de traiter « immédiatement ». Il faut savoir que tout retard entraîne une perte de pesticide par dégradation et, presque inévitablement, une perte d'efficacité correspondante du traitement. Pour éviter cet inconvénient, neutraliser l'eau alcaline avant d'y ajouter le pesticide. Dissoudre du phosphate diammonique à raison de 50 g par 100 L d'eau, puis ajouter le(s) pesticide(s).

- Le taux de dégradation varie selon le pesticide, sa concentration dans la cuve (facteur de dilution) et la température.

- L'ajout de phosphate n'est pas toujours nécessaire, mais il constitue une sorte de police d'assurance contre les pertes d'efficacité du traitement. Le phosphate coûte nettement moins cher que les pesticides et, en outre, il nourrira les feuilles.

- Des producteurs ajoutent parfois des engrais hydrosolubles dans la bouillie pesticide. Il est important dans ce cas d'utiliser des engrais acides (le phosphate diammonique n'est alors plus nécessaire). Ne pas mélanger d'engrais alcalins dans la bouillie. La quantité de phosphate recommandée ci-dessus pour neutraliser l'eau ne sera pas suffisante et la dégradation des pesticides risque même d'être amplifiée.

Agribrom

- Agribrom est homologué comme traitement de l'eau pour lutter contre les algues.

- Pour être efficace, il doit être présent constamment dans l'eau d'irrigation en faible quantité.

- Si on recycle l'eau d'irrigation et qu'on lui ajoute de l'Agribrom à chaque fois, surveiller les concentrations de chlorure et cesser l'emploi si elles sont trop élevées.

- Comme le traitement de l'eau dans les cuves peut également élever les concentrations de chlorures, il est recommandé d'injecter l'Agribrom juste au moment d'arroser les cultures.

- Toujours respecter scrupuleusement les directives données sur l'étiquette.

Agents de préservation du bois

- Le bois traité Wolmanized® peut être utilisé sans risque dans les serres.

- Le napthanate de cuivre a déjà causé des dégâts aux cultures de poinsettias.

- N'utiliser aucun autre agent de préservation du bois dans les serres. S'informer auprès d'un conseiller en serriculture.

Traitements des semences

- Les substances servant à enrober ou traiter les semences sont toxiques pour les humains et les animaux.

- Ne pas respirer les vapeurs ou la poussière qui se dégagent pendant le traitement ou la manipulation des semences traitées.

- Porter des gants en néoprène ou en nitrile.

- Se laver méticuleusement après avoir traité des semences pour en éliminer toute trace sur la peau. Les semences traitées sont toxiques.

Ne jamais servir aux animaux des semences non utilisées. Détruire tous les sacs qui ont contenu des semences traitées en appliquant les méthodes recommandées sous la rubrique *Élimination des pesticides et des contenants vides,* page 11.

2. Fertilisation

Introduction

Les végétaux sont constitués d'eau (≈ 90 %), de matière organique (4–10 %) et de minéraux (15 %). La matière organique est produite par la photosynthèse dans les feuilles vertes, tandis que l'eau et les minéraux sont généralement absorbés par les racines et diffusés dans toute la plante par l'intermédiaire de tissus spécialisés (qui forment le système vasculaire des plantes) appelés xylème. La majeure partie de l'eau qui est absorbée se perd par les feuilles et s'échappe dans l'air (≈ 90 %) sous l'effet de la transpiration, tandis qu'une petite partie sert à la photosynthèse (≈ 1 %) ou devient un constituant de la plante (≈ 9 %). Les glucides (sucres et amidons) sont produits par la photosynthèse et sont véhiculés dans la plante, généralement vers le bas, par les tissus qui forment le phloème.

Eau

L'eau est l'un des éléments les plus importants pour la croissance d'une culture, et c'est souvent celui qu'on néglige le plus. L'eau est le milieu où se produisent les processus chimiques, comme l'absorption des ions et la photosynthèse. Par la transpiration, l'eau agit comme élément refroidissant à la fois pour les végétaux et pour leur environnement. Les deux grands facteurs à considérer sont la quantité et la qualité d'eau dont a besoin la culture.

Absorption

L'absorption d'eau par les racines est un phénomène passif qui se déclenche sous l'effet de la transpiration des feuilles, celles-ci perdant leur eau par les orifices appelés stomates. La vapeur d'eau passe d'un milieu où la pression est élevée (en l'occurrence dans les feuilles) à un milieu où la pression est moins élevée (en l'occurrence à l'extérieur des feuilles). Lorsque l'humidité ambiante est très élevée, les plantes perdent moins de vapeur d'eau que lorsqu'il fait sec, puisque, à l'extérieur, la pression de vapeur d'eau est plus élevée (ce qui réduit la différence de pression entre l'intérieur des feuilles et l'air extérieur). La perte d'eau enclenche un processus en chaîne qui fait remonter l'eau par l'intermédiaire du xylème pour remplacer, dans les feuilles, l'eau que celles-ci perdent. En réaction, les poils absorbants des racines vont absorber l'eau dans le sol suivant le même gradient. La quantité d'eau puisée par les racines dépend aussi du niveau d'humidité et de la salinité du sol. L'humidité relative de l'air, l'humidité du sol et la concentration de sels dans la solution du sol sont les trois facteurs qui influent sur l'absorption de l'eau.

Quantité

Les besoins en eau d'une culture peuvent varier de 0,1 à 7 L d'eau par mètre carré de serre par jour, desquels 90 % doivent être comblés pendant le jour. Cette quantité varie selon l'espèce végétale, la taille des plants, l'humidité relative, l'ensoleillement, la température ou le chauffage et le taux de ventilation. Au moment de dimensionner le système d'irrigation (conduites, pompes, buses), il est recommandé de prendre 1 L/m^2/h comme débit minimal. Les besoins annuels totaux en eau d'une serre exploitée à longueur d'année et où la solution nutritive est recyclée dépassent d'environ 25–35 % les précipitations annuelles en Ontario. Autrement dit, l'eau de pluie recueillie du toit de la serre ne suffit pas à combler les besoins annuels. Les besoins en eau sont à leur maximum pendant l'été.

Qualité

Outre que l'approvisionnement en eau doit être abondant et fiable, la qualité de l'eau doit respecter certains critères, les plus importants étant :

- la concentration des particules en suspension, qui peuvent encrasser le matériel d'irrigation ou laisser des résidus sur les feuilles si elles sont irriguées par aspersion;
- la quantité des composés/éléments chimiques dissous, qui peuvent influencer la croissance des plantes et leur nutrition.

C'est le deuxième de ces critères (la quantité de composés chimiques dissous) auquel les producteurs doivent prêter une attention particulière. Les critères applicables à la qualité de l'eau dépendent de plusieurs facteurs :

- Le système de culture/d'irrigation utilisé. Utilise-t-on un système ouvert avec irrigation aérienne (culture sur sol ou substrat, sans recyclage de la solution), un système fermé avec subirrigation (culture en pots, avec irrigation souterraine et recyclage de la solution nutritive) ou la technique de culture sur film nutritif?

- Les normes de qualité de l'eau. Elles sont plus strictes dans un système fermé (avec recyclage) à cause du risque d'accumulation de certains ions dans la solution et du risque accru de propagation des maladies des racines.

- La qualité du drainage. Il faut pouvoir évacuer la grande quantité d'eau nécessaire à d'éventuels lessivages du substrat ou du sol.

- Les cultures et leurs besoins particuliers ou leur sensibilité particulière à certains éléments comme le bore, le fluorure, le zinc, etc.

Dans une serre avec irrigation aérienne sans recyclage de l'eau, une simple analyse de l'eau suffit à en déterminer la qualité. Cette analyse doit mesurer la conductivité électrique (CÉ) et titrer les ions hydrogène (pH), le sodium (Na^+), les chlorures (Cl^-) et les sulfates (SO_4^{2-}). Dans une serre avec subirrigation ou dans une serre avec recyclage de l'eau, une analyse complète de l'eau est conseillée, avec titrage des bicarbonates (HCO_3^-) et des oligo-éléments comme le fer (Fe^{2+}, Fe^{3+}), le bore (B), le zinc (Zn^{2+}), le manganèse (Mn^{2+}) et le cuivre (Cu^{2+}).

Conductivité électrique (CÉ)

La conductivité électrique (CÉ) est la mesure de la quantité totale d'ions (charge ionique) dans une solution. La charge ionique totale (souvent appelée aussi salinité totale ou teneur en sels solubles) se détermine à l'aide d'un conductimètre, appareil qui mesure la CÉ. À une charge ionique élevée correspond une CÉ élevée. La CÉ d'une solution est mesurée au moyen de deux électrodes de 1 cm^2 chacune, éloignées de 1 cm. Elle est exprimée en millimhos/centimètre (mmho/cm) ou en millisiemens/centimètre (mS/cm ou dS/m) à 25 °C, température de référence. La teneur en sels solubles s'exprime également par la concentration ionique en équivalent-poids par litre (eq/L ou meq/L), des unités qui traduisent l'importance de la charge constituée par tous les ions présents dans la solution.

Pour convertir les meq/L en mS/cm et inversement :

- 1 meq/L ≈ 0,055 mS/cm ≈ 55 µS/cm
- 1 mS/cm = 1000 µS/cm ≈18,2 meq/L

où « m » signifie milli (0,001 ou 1 millième) et « µ » signifie micro (0,000001 ou 1 millionième).

À noter qu'un conductimètre ne mesure pas la concentration des différents ions, mais la somme de toutes les charges ioniques. Une valeur de CÉ élevée est l'indice d'une solution qui présente une concentration élevée d'ions et qui est donc plus difficilement absorbable par les plantes à cause de la pression osmotique accrue. Le conductimètre doit être étalonné périodiquement avec une solution-étalon ayant une valeur de CÉ connue. Par exemple, une solution titrant 0,01 M de chlorure de potassium (KCl), obtenue par dissolution de 0,74 g de KCl dans 1 L d'eau, possède une CÉ de 1,4 mS/cm à 25 °C. Au bout de plusieurs utilisations, le conductimètre affiche des lectures sous-estimées à cause de l'oxydation de ses électrodes. Nettoyer ces dernières en les plaçant dans une solution acide (pH de 1,0–2,0) pendant toute une nuit. Si l'appareil n'a pas été corrigé à 25 °C, augmenter les valeurs obtenues de 2 % pour chaque 1 °C inférieur à 25 °C.

Le tableau 2–1 *Classement de la qualité de l'eau en fonction de la conductivité électrique (CÉ) et de certaines concentrations*, donne un classement général de la qualité de l'eau qui est une version modifiée des recommandations de l'Ohio et de la méthode dite hollandaise. Il est à noter qu'un échantillon d'eau ne peut être classé dans une catégorie donnée que s'il satisfait à tous les critères de la catégorie.

TABLEAU 2–1. Classement de la qualité de l'eau en fonction de la conductivité électrique (CÉ) et de certaines concentrations

Catégorie	CÉ (mS/cm)	Na^+ (ppm)	Cl^- (ppm)	SO_4^{2-} (ppm)
1	< 0,5	< 30	< 50	< 100
2	0,5–1,0	30–60	50–100	100–200
3	1,0–1,5	60–90	100–150	200–300

Une eau de catégorie 1 est bonne pour tous les usages. La plupart des eaux provenant des lacs Érié et Ontario entrent dans cette catégorie. L'eau de catégorie 2 ne convient qu'à des cultures sur substrat ou sol qui peut être convenablement lessivé. Elle ne convient pas aux plantes cultivées sur film nutritif ni aux plantes sensibles aux sels cultivées dans les systèmes avec subirrigation (irrigation souterraine). Les eaux de catégorie 3 ne sont pas recommandées pour les espèces sensibles aux sels (comme la primevère, la violette africaine, le gloxinia), ni aux cultures dont on limite le développement racinaire ou dont la solution nutritive est recyclée. Si la teneur en sels dépasse 1,5 mS/cm, l'eau est de qualité limite pour les cultures en serre. Dans certains cas, les plantes réussiront à pousser, mais leur rendement sera médiocre. Comparativement aux chlorures (Cl^-), le seuil de concentration toxique du sodium (Na^+) est bas, parce que le sodium a tendance à être absorbé par les particules de sol ou d'humus et à s'accumuler ainsi dans le sol. Cette concentration de sodium peut entraver l'absorption du potassium, du calcium et du magnésium. Les chlorures ont moins tendance à s'accumuler en raison de leur

charge négative. Certaines cultures sont sensibles aux chlorures (p. ex. concombre, azalée). Dans la plupart des régions de l'Ontario, les concentrations de sodium sont faibles, tandis que les concentrations de sulfates sont relativement élevées à cause de la présence de gypse dans les nappes aquifères. La plupart des cultures n'ont pas besoin de plus de 100 ppm de sulfates (33 ppm de soufre élémentaire) pour répondre à leurs besoins en soufre.

Pourquoi mesurer la CÉ?

La CÉ n'indique rien sur les éléments qui sont présents ni sur leur quantité, mais elle donne une idée globale de la valeur nutritive de la solution. Une CÉ élevée signifie que la solution est riche en sels (ions) dissous, et que l'eau sera plus difficilement absorbable par les racines des plantes. Si la CÉ est excessive, les racines peuvent se déshydrater, se détériorer et mourir. Cette situation se produit généralement lorsque le sol ou le substrat n'est pas suffisamment lessivé, que les plants sont surfertilisés ou que l'eau d'irrigation est de mauvaise qualité (CÉ élevée). Le feuillage peut être vert foncé et sous-développé et les plants peuvent flétrir bien que le substrat ne soit pas sec.

Une CÉ faible indique une solution pauvre en ions dissous, et donc une absorption de l'eau plus facile pour les racines. Les plants sont plus luxuriants et risquent d'être sous-fertilisés étant donné qu'il n'y a pas autant d'éléments nutritifs biodisponibles. Toutefois, la croissance des racines sera favorisée. Une faible CÉ induit souvent une carence en un des macro-éléments (azote, phosphore, potassium, calcium, magnésium ou soufre).

Comment mesurer la CÉ d'un substrat

Les quatre méthodes principales pour mesurer la CÉ d'un échantillon de substrat sont :

- la méthode de l'extrait de substrat saturé;
- la technique Spurway de l'extrait de substrat dilué (1 partie de substrat:2 parties d'eau)
- la méthode du lixiviat
- la méthode du pressage.

La méthode de l'extrait de substrat saturé et la technique Spurway consistent à ajouter de l'eau à un échantillon de substrat prélevé dans la zone racinaire, puis à en extraire l'eau et à mesurer la CÉ de la solution obtenue. Avec la première de ces méthodes, le substrat est entièrement saturé d'eau, tandis qu'avec la deuxième, il est seulement dilué à raison d'un volume d'eau pour deux volumes de substrat. Ce sont les techniques le plus couramment employées dans les laboratoires d'analyse. En Amérique du Nord, la méthode de l'extrait de substrat saturé est le plus couramment utilisée par les laboratoires universitaires et privés. Elle donne une valeur de CÉ qui est habituellement environ 2,5 fois plus élevée que celle obtenue avec la technique Spurway.

La méthode du lixiviat consiste à verser de l'eau distillée ou déionisée sur le dessus du pot et à recueillir les 50 premiers millilitres de la solution qui s'en écoule (lixiviat) pour en mesurer la CÉ et le pH. Cette méthode est rapide et très utile pour faire de la surveillance maison sur place, à condition cependant de verser l'eau uniformément et sur toute la surface du substrat. Elle risque aussi de surestimer les valeurs de la CÉ lorsque les pots sont plus vieux (surtout s'ils sont irrigués par le bas), parce que la teneur en sels est élevée dans la partie supérieure du substrat, alors qu'elle peut en fait être plus faible dans le bas.

Une autre méthode de surveillance maison, le pressage, consiste à retirer les plants du pot et à presser la moitié inférieure de la motte entourant la racine pour en extraire la solution nutritive. On obtient ainsi un liquide assez représentatif de la solution de sol qui baigne les racines en croissance. Cette méthode est très utilisée pour surveiller la CÉ des substrats dans les plateaux de semis alvéolés. À cause du petit volume de solution extrait, la méthode du pressage oblige à utiliser un conductimètre capable de lire la CÉ dans seulement 12 gouttes de liquide.

Interprétation des lectures de la CÉ

Les besoins nutritifs d'une culture varient suivant son stade phénologique (stade de développement). On distingue essentiellement trois stades. Au cours du premier, qui correspond à la germination et à l'enracinement des boutures, les besoins sont faibles. Au stade suivant, au plus fort de la croissance végétative, les besoins sont élevés. Enfin, au troisième stade, quand les plants parviennent à maturité, les besoins diminuent. En règle générale, les plants se conserveront mieux dans le commerce si, vers la fin de leur séjour en serre, on abaisse les niveaux d'éléments nutritifs (et si l'on réactive le système racinaire); c'est le cas notamment du chrysanthème et du poinsettia. Par contre, certaines cultures, comme le lis de Pâques, se conservent mieux si elles sont fertilisées jusqu'à leur sortie de la serre.

Le tableau 2–2, *Niveaux relatifs de CÉ nécessaires aux cultures de serre en croissance active (mesurés sur extrait de substrat saturé et sur lixiviat)* indique les niveaux de CÉ conseillés à chaque phase de croissance active de différentes cultures en pot. Au cours des première et dernière phases de croissance, la CÉ doit être abaissée d'environ 1,0 mS/cm. On prélève

chaque échantillon dans cinq pots par zone représentative. On fait la moyenne et on note le résultat.

- Si la CÉ est trop faible, fertiliser pour la relever.

- Si la CÉ est trop élevée, lessiver le sol avec de l'eau claire pour l'abaisser. Le lessivage peut aussi être utile dans les systèmes avec subirrigation, bien qu'il soit important de vérifier si les teneurs élevées en sels se situent dans la zone des racines ou uniquement dans la partie supérieure du substrat (phénomène normal en culture avec subirrigation, qui n'a aucune incidence sur les racines). Si la CÉ est élevée dans la zone racinaire, de l'eau claire envoyée dans le réseau de subirrigation fera remonter les sels dans le sol.

Les cultures élevées sous faible luminosité, en automne et en hiver, ont besoin d'une CÉ plus élevée que durant l'été, parce qu'elles transpirent moins et donc absorbent moins d'eau et d'engrais. L'été, le taux de transpiration élevé et l'absorption d'eau accrue sont souvent compensés par un abaissement de la CÉ de la solution nutritive.

TABLEAU 2–2. Niveaux relatifs de CÉ nécessaires aux cultures de serre en croissance active
(mesurés sur extrait de substrat saturé et sur lixiviat)

Besoins en éléments nutritifs	Extrait de substrat saturé (mS/ cm)	Lixiviat (mS/cm)	Cultures
Faibles	0,75–2,0	1,0–2,6	Azalée, bégonia, calcéolaire, calla, cinéraire, cyclamen, géranium, gerbera, gloxinia, impatiente, orchidée, primevère, streptocarpe, violette africaine
Moyens	1,5–3,0	2,0–3,5	Cactus de Noël (*Schlumbergera*), plantes du genre *Clerodendrum*, dahlia, exacum, pélargonium, hibiscus, kalanchoe, lis, rosier
Élevés	2,0–3,5	2,6–4,6	Chrysanthème, poinsettia

Le pH et son rôle

Le pH est une mesure inverse (ou logarithme négatif) de la concentration des ions hydrogène (H^+) dans une solution. Une grande quantité de H^+ donne un pH faible et une faible quantité de H^+ donne un pH élevé. L'échelle du pH s'étend de 1 à 14. Un pH inférieur à (<) 7,0 est acide et un pH supérieur à (>) 7,0 est basique (ou alcalin), 7,0 correspondant à la neutralité. Plus le pH est élevé, plus la solution est basique, et plus il est bas, plus elle est acide. Chaque unité de l'échelle de pH représente un facteur de variation de 10 dans la concentration des H^+.

Alcalinité

L'alcalinité exprime la capacité d'un produit ou d'une solution de neutraliser les ions hydrogène. Un certain nombre de produits alcalins sont utilisés en serriculture, notamment le calcaire dolomitique, la chaux calcique, la chaux hydratée, divers fertilisants et des substrats comme l'argile et le sable. Il y a un certain rapport entre le pH et l'alcalinité puisque celle-ci détermine le pouvoir tampon d'un matériau; p. ex. l'alcalinité définit la résistance de l'eau à un changement de pH quand le matériau est dissous dans l'eau. En Ontario, il n'est pas rare que l'eau compte plus de 200 ppm de bicarbonates, qui proviennent de son passage à travers une couche calcaire du sous-sol. Dans ce cas, la forte concentration de bicarbonates neutralise les ions hydrogène, ce qui fait baisser la concentration de H^+, et par conséquent élève le pH.

Comment mesurer le pH

On mesure le pH d'une solution selon trois méthodes principales :

1. Le papier de tournesol, la méthode la moins coûteuse (mais également la moins précise), qui consiste à tremper le papier dans la solution et à en comparer la couleur à des codes de couleur correspondants à différentes fourchettes de pH.

2. Le pH-mètre de poche, en forme de stylo, de coût raisonnable, relativement précis, facile à transporter sur soi dans la serre. Il suffit de tremper la sonde dans la solution et de noter la valeur de pH numérique qui s'affiche.

3. Les pH-mètres à électrodes, appareils les plus précis, mais également les plus coûteux et qui demandent le plus d'entretien. Ils donnent une mesure rapide du pH. On plonge la sonde à pH directement dans la solution et on l'y laisse jusqu'à ce que la lecture se stabilise. La plupart des pH-mètres de haut de gamme effectuent une compensation en fonction de la température, bien que celle-ci n'ait qu'une faible incidence (entre 0,1 et 0,3 unité). On doit rincer la sonde entre

chaque échantillon. L'étalonnage est très important. Les sondes à pH ne sont pas aussi stables que les sondes à CÉ. Les régler au moins toutes les semaines à l'aide de solutions-étalons correspondant à des pH de 4,0 et de 7,0. Garder les sondes à pH propres, les entreposer dans un liquide et les remplacer plus souvent que les sondes à CÉ.

Vérifier le pH du substrat à partir de l'extrait aqueux ou boueux ayant servi à mesurer la CÉ. Le substrat doit avoir été dilué ou saturé avec de l'eau distillée car de nombreuses sources d'eau contiennent des composés qui ont un pouvoir tampon (p. ex. les bicarbonates) susceptible de modifier le pH.

Pourquoi mesurer le pH

Quoique les ions hydrogène ne soient pas à proprement parler des éléments nutritifs, le pH influe sur la solubilité et par conséquent sur la biodisponibilité des autres éléments nutritifs (particulièrement les oligo-éléments). Par exemple, la plupart des ions positifs (cations) comme le fer, le manganèse et le calcium ainsi que les phosphates sont plus solubles à des pH plus faibles (et peuvent se fixer sous des formes non assimilables à des pH plus élevés), tandis que le molybdène est plus facilement assimilable à un pH plus élevé. Le pH influence aussi directement la colonisation du sol par certains organismes pathogènes qui risquent de nuire aux végétaux.

Chaque culture a, à l'égard du pH, une sensibilité spécifique qui procède de sa sensibilité à l'excès ou au manque de certains oligo-éléments. Par exemple, un pH < 5,5 peut entraîner une accumulation phytotoxique d'éléments nutritifs comme le manganèse et le fer chez le tagète et le géranium. Chez d'autres espèces, comme l'azalée et l'hydrangée, un pH bas est nécessaire pour assurer l'absorption maximale de fer et d'aluminium qui est essentielle à la bonne coloration des feuilles et des fleurs. Un pH de 5,5–6,5 est considéré optimal pour la plupart des espèces cultivées dans des substrats constitués de matière organique à plus de 50 %. Le tableau 2–3, *Fourchettes de pH optimales pour différentes cultures*, indique les cultures qui requièrent des fourchettes de pH optimales très précises.

Autres facteurs dont il faut tenir compte :

- Les cultures sensibles à un pH faible, comme le géranium et le tagète, demandent un pH légèrement plus élevé.
- Les cultures comme le chrysanthème en pots, qui ont tendance au bout d'un certain temps à élever le pH, doivent avoir un pH bas au début de leur culture.

TABLEAU 2–3. Fourchettes de pH optimales pour différentes cultures

Culture	Fourchette optimale
Tagète, géranium, célosie, lis de Pâques	6,0–6,6 (±0,2)
Pensée, pétunia, muflier, pervenche, sauge, hydrangée bleue	5,4–5,8
Azalée	4,8–5,4

- Le stade phénologique de la culture doit être pris en compte. À la floraison, le pH n'est souvent pas aussi important qu'il l'est au début de la croissance.
- Les engrais utilisés agissent aussi sur le pH de la solution nutritive et du substrat. Consulter l'étiquette de l'engrais complet utilisé pour savoir s'il est acidifiant ou alcalinisant. L'acidité potentielle d'un engrais est indiquée par le nombre de kg de chaux calcique par tonne d'engrais. Si l'engrais a une action alcalinisante, l'étiquette doit indiquer sa basicité potentielle.

À cause de la teneur en bicarbonates et de l'utilisation de substrats artificiels, la plupart des producteurs corrigent maintenant le pH de l'eau d'irrigation à l'aide d'acide phosphorique, nitrique ou sulfurique.

Correction du pH

Eau d'irrigation

Pour bien des petits producteurs, la meilleure façon de procéder est d'injecter l'acide à l'aide d'injecteurs d'engrais. Ils doivent cependant s'assurer que l'injecteur est conçu pour les acides. D'autres producteurs préfèrent installer des sondes à pH en ligne (dans le réseau d'irrigation) qui commandent un doseur à acide. Les deux méthodes donnent de bons résultats. Le tableau 2–4, *Volume d'acide nécessaire pour neutraliser 61 ppm d'HCO_3^- (1 mmol/L) par 100 000 L d'eau*, indique les doses d'acide nécessaires.

Il faut laisser environ 60 ppm de bicarbonates dans l'eau d'irrigation, pour faire tampon et pour parer à d'éventuelles légères erreurs dans les calculs ou les dosages. Si le niveau initial de bicarbonates est de 240 ppm, il faut neutraliser environ 180 ppm, et donc multiplier par trois la quantité d'acide indiquée dans le tableau 2–4.

Pour chaque mmol/L de bicarbonate qui est neutralisé par un acide, on doit ajouter à la solution :

- 14 ppm d'azote (sous forme de nitrate), si l'on utilise l'acide nitrique

- 31 ppm de phosphore (soit 71 ppm P_2O_5), si l'on utilise l'acide phosphorique
- 16 ppm de soufre (soit 48 ppm de sulfates), si l'on utilise l'acide sulfurique.

TABLEAU 2–4. Volume d'acide nécessaire pour neutraliser 61 ppm d'HCO_3^- (1 mmol/L) par 100 000 L d'eau

Acide	Densité relative (kg/L)	Volume d'acide (L)
Phosphorique (85 %)	1,7	6,8
Nitrique (67 %)	1,5	6,6
Sulfurique (93 %)	1,8	2,8

Substrats

Si le pH est trop bas, appliquer une ou plusieurs des mesures suivantes :

Mélanges artificiels (culture hors-sol)

- Cesser d'acidifier l'eau d'irrigation.
- Fertiliser avec un engrais à action alcalinisante (riche en azote des nitrates).
- Utiliser une solution-mère de bicarbonate de potassium (100–200 kg/1000 L), qui sera diluée à 1:100. La solution-fille doit avoir une CÉ d'environ 1,5–2,0 mS/cm.
- Si l'on utilise de la chaux, la quantité à ajouter dépend du type d'ingrédients du substrat et de leurs proportions. La mousse de sphaigne (pH de 3,5–4,5) et l'écorce (pH de 4,0) sont acides. La quantité de chaux nécessaire pour neutraliser la mousse de sphaigne et la faire passer d'un pH de 3,5 à 5,5 est d'environ 6–7 kg par m^3 de mousse de sphaigne. Les mélanges artificiels comportent souvent des matériaux alcalins de type argile cuite, notamment le Turface, le Haydite et le Crackpot, ou du sable. On diminue normalement la quantité de chaux quand on utilise des additifs argileux à pH élevé. On doit vérifier le pH après la préparation du substrat mais avant les semis ou repiquages. Le pH d'un substrat humide fraîchement préparé continuera de s'élever pendant environ 10 jours.

Sol

- Pour élever le pH de 1 point, utiliser 4,8 kg de chaux par 100 m^2.
- Pour un sol riche en argile ou en matière organique, augmenter d'environ 25 % la quantité recommandée.
- De deux à trois semaines après le chaulage, vérifier le pH du sol pour voir s'il est au niveau souhaité. Plus la chaux est fine, plus elle réagit rapidement avec le sol.
- La vitesse d'élévation du pH est aussi influencée par la température, l'humidité et l'aération du sol. L'élévation est plus rapide dans les sols ou substrats artificiels qui sont chauds, humides et bien aérés.
- L'utilisation de chaux hydratée dans les serres comporte certains inconvénients graves, car la chaux réagit très activement et très rapidement. Comme il est difficile de répartir cette chaux dans le sol, son utilisation est très limitée.

Si le pH du sol ou du substrat est trop élevé, on peut l'abaisser mais ce n'est pas simple. Une ou plusieurs des méthodes suivantes peuvent y contribuer :

- Augmenter l'acidité de l'eau d'irrigation. Habituellement, il n'y a pas de danger à abaisser le pH de la solution nutritive à 5,2 ou 5,4, en y maintenant une concentration de 30–60 ppm de bicarbonates (voir plus haut).
- Cesser d'utiliser des engrais à réaction alcalinisante, comme le nitrate de calcium.
- Utiliser plus d'engrais à base d'ammonium.
- Arroser abondamment le sol à l'aide d'une solution renfermant 5 kg de sulfate de fer/1000 L d'eau. Ne pas oublier de rincer légèrement le feuillage immédiatement après ce traitement pour éviter qu'il ne brûle.
- Utiliser du soufre à raison de 15 kg d'unités élémentaires par 1000 L d'eau. Ce traitement met de 3 à 4 semaines à faire effet.

Voir aussi le tableau 2–5, *Correction du pH du sol.*

Substrats artificiels (culture hors-sol)

Les substrats à base d'ingrédients artificiels se sont substitués, depuis bientôt une vingtaine d'années, aux mélanges à base de terre ou de terreau. Qu'ils soient destinés à la croissance, à la multiplication, à la culture en contenant, à la culture sur banquettes ou même à la production de fleurs coupées, les substrats contiennent de moins en moins de terre proprement dite et de plus en plus d'ingrédients artificiels. Les mélanges artificiels sont vendus soit prêts à

TABLEAU 2–5. Correction du pH du sol

Matériau	kg/100 m² pour abaisser le pH de 0,5 à 1 unité*	Vitesse d'abaissement du pH
Soufre microfin	2,5 kg	Lente
Sulfate d'aluminium	15 kg	Rapide
Sulfate de fer	15 kg	Moyenne

* Doses pour sols de légers à moyens. Pour les sols plus lourds renfermant davantage de matière organique, augmenter la dose d'un tiers. Les doses par m^3 de terreau d'empotage correspondent à la moitié des doses recommandées ci-dessus.

l'emploi en sacs, en balles ou en vrac, soit sous forme d'ingrédients à mélanger.

Pourquoi utiliser des substrats artificiels?

Voici les avantages que présentent les substrats artificiels par rapport aux terreaux traditionnels :

- La qualité est uniforme et constante d'un lot à l'autre.
- La plupart des substrats sont considérés exempts de maladies et d'insectes, ce qui réduit les besoins et les coûts de pasteurisation.
- Ils sont moins susceptibles que les mélanges à base de terre des champs d'être contaminés par des résidus d'herbicides.
- Les ingrédients artificiels sont faciles à se procurer et la plupart sont plus légers que la terre.
- Les substrats artificiels ont une plus grande porosité et retiennent plus d'eau que les mélanges à base de terre.

Rôles d'un bon substrat

Un bon substrat doit remplir quatre rôles fondamentaux :

- fournir le milieu nécessaire à l'ancrage du système racinaire
- emmagasiner l'eau destinée à être absorbée par les racines
- offrir un milieu-tampon pour les éléments nutritifs qui seront absorbés par les racines
- fournir l'oxygène (par ses interstices remplis d'air) nécessaire à la respiration des racines.

Ingrédients courants

Mousse de sphaigne

Il s'agit de l'un des matériaux les plus largement utilisés, en raison de ses caractéristiques physiques et de son prix. La mousse de sphaigne est une plante primitive qui pousse dans les tourbières. Tandis que la partie aérienne de la plante continue de pousser, la partie souterraine meurt et se décompose en tourbe. Les feuilles de mousse sont composées de cellules vivantes qui peuvent contenir de la chlorophylle ou non, de même que des cellules de « sphaigne » mortes qui contiennent de l'eau et de l'air. Les cellules de sphaigne mortes ont ceci de particulier qu'elles absorbent et véhiculent l'eau. Leurs parois lignifiées les empêchent de s'effondrer lorsqu'elles s'assèchent. L'eau contenue dans ces cellules est absorbée par capillarité. Du fait de leur tensio-activité et de leur charge généralement négative, les cellules des feuilles et des tiges sont capables d'adsorber les éléments nutritifs (p. ex. les ions positifs) à la manière des particules d'argile. Les éléments nutritifs peuvent aussi être absorbés dans les cellules de sphaigne sous forme d'ions dissous dans l'eau.

Une tourbière de mousse de sphaigne présente une couche superficielle, une couche moyenne et une couche profonde. À cause du mode de croissance de la mousse de sphaigne, la mousse la plus vieille, la plus décomposée, se trouve au fond. Elle est de couleur plus sombre et est faite des particules les plus fines. La couche superficielle est plus jaunâtre et de texture plus grossière. Plus la mousse est grossière, plus son poids volumique apparent est faible, plus les interstices sont grands et plus sa capacité de rétention d'eau est faible (par unité de volume).

La méthode de récolte de la mousse joue un rôle important dans la répartition de la taille des particules. La récolte peut se faire par aspiration ou par blocs. La récolte par aspiration consiste à fragmenter la surface de la tourbière, à la laisser sécher et à aspirer les fragments. La récolte en blocs consiste à prélever la mousse par gros morceaux qu'on laisse sécher pendant l'hiver. Le printemps suivant, on effrite les blocs et on emballe le produit. La récolte en blocs de la mousse donne un produit plus grossier que la récolte par aspiration.

La capacité d'échange cationique (CÉC) donne une indication de la quantité de cations qui peuvent être adsorbés par unité de poids et de la façon dont leur assimilation par les végétaux sera régulée. En raison de sa forte CÉC, la mousse de sphaigne constitue une bonne réserve d'éléments nutritifs et un bon milieu-tampon. La mousse de sphaigne pure, toutefois, contient très peu d'éléments nutritifs, comme le montre la conductivité électrique mesurée sur extrait de substrat saturé (CÉ < 0,5 mS/cm).

En raison de son pH naturellement bas (3,5–4,5), la mousse de sphaigne passe pour exempte d'organismes pathogènes actifs, bien qu'elle puisse receler des spores dormantes ou des

graines de mauvaises herbes. Certaines personnes prêtent à la mousse de sphaigne des propriétés antifongiques.

Le coût modique de la mousse de sphaigne par unité de volume en fait l'un des ingrédients les plus utilisés dans les mélanges. Normalement, les mélanges commerciaux et ceux que les producteurs préparent eux-mêmes renferment de 50 à 100 % de mousse de sphaigne. La mousse de sphaigne que l'on trouve sur le marché en Ontario a été comprimée. Elle prend de 40 à 60 % d'expansion selon le degré de compaction.

Vermiculite

La vermiculite est un produit apparenté au mica qui a été expansé par exposition à une très haute température (900 °C). Ce matériau peut être comparé aux particules d'argile, sauf qu'il a perdu ses capacités de gonfler et de rétrécir. Il possède une capacité d'échange cationique (CÉC) élevée, semblable, à poids égal, à celle de la mousse de sphaigne, et une très forte concentration d'ions potassium et magnésium. La vermiculite améliore la porosité non capillaire du substrat, lui procure une meilleure structure (ce qui réduit son rétrécissement) et en facilite la réhumidification. Elle peut également absorber de l'eau à l'intérieur, entre les plaquettes. Son pH est voisin de la neutralité et son poids volumique apparent de 80–100 kg/m^3. On trouve en général trois types de vermiculite sur le marché, selon la taille des particules : grossière, fine et ordinaire. La vermiculite est extraite de mines situées dans l'État de Washington et en Afrique du Sud.

Perlite

La perlite est un silicate d'aluminium d'origine volcanique qui a été porté à environ 1000 °C. Constituée de cellules fermées, remplies d'air, elle ressemble à du maïs éclaté. L'eau est absorbée principalement à la surface des particules et, dans une moindre mesure, à l'intérieur. Ce matériau inerte est surtout ajouté au substrat pour en améliorer l'aération et le drainage ainsi que la stabilité structurale. Son pH est d'environ 7,0 tandis que sa CÉC est négligeable. Son poids volumique apparent est semblable à celui de la vermiculite ou de la mousse de sphaigne, soit environ 100 kg/m^3.

Laine de roche

La laine de roche est le produit du filage de roches basaltiques et calcaires en fusion. Il en existe deux formes : la laine de roche liée et la laine de roche granulaire. La matière de base est stérile et dépourvue de CÉC ou d'une teneur appréciable en sels solubles. La laine de roche liée est débitée en panneaux de 15 ou 20 cm de large, de 7,5–10 cm d'épaisseur et de 90–200 cm de long. Elle sert principalement à la culture de légumes de serre (tomate, concombre et poivron) ou de fleurs coupées (rosier, gerbera). On peut l'acheter avec ou sans feuille de plastique. Les panneaux renferment un liant destiné à en assurer la stabilité et un agent mouillant qui facilite l'absorption et la répartition de l'eau. La laine de roche granulaire ne contient ni liant ni agent mouillant et existe en trois qualités granulométriques (fine, moyenne, grossière). Les substrats contenant de la laine de roche granulaire sont plus poreux et retiennent mieux l'eau; ils sont plus faciles à réhumidifier lorsqu'on les a laissés déshydrater.

On fabrique aussi la laine de roche à partir des scories de sidérurgie. Ce matériau, souvent appelé laine minérale, a généralement un pH (7–8) relativement plus élevé que la laine de roche et des niveaux d'oligo-éléments plus élevés.

Copeaux de polystyrène

Il s'agit d'un sous-produit de la fabrication des panneaux de polystyrène. C'est un matériau inerte à CÉC négligeable et à pH voisin de la neutralité. Il joue le même rôle dans le substrat que la perlite, sauf qu'il n'absorbe pas l'eau en surface. Son poids volumique apparent est de 25 kg/m^3. Il ne peut être pasteurisé, car il rétrécit. Les copeaux ont tendance à flotter à la surface du pot et peuvent poser un problème dans les systèmes avec subirrigation et recyclage de la solution. L'homogénéité du substrat peut aussi laisser à désirer à cause de la tendance des copeaux à se séparer des autres ingrédients.

Turface®

Il s'agit d'une argile cuite à pH neutre (7,0). Comme son poids volumique apparent est de 750 kg/m^3 et que sa CÉC est élevée, dans le cas de la catégorie ordinaire, on l'utilise pour accroître le poids et le pouvoir tampon du substrat. Sa CÉC est à peu près égale à celle de la vermiculite.

Haydite®

Il s'agit d'un schiste expansé par un traitement à 1 200 °C. Son poids volumique apparent est d'environ 800 kg/m^3 selon la granulométrie et la catégorie, et son pH est élevé (8,5–9,5). On en trouve trois catégories différant par le calibre des particules. La capacité neutralisante de ce produit doit être prise en compte lorsqu'on l'utilise en quantités appréciables.

Gro-Bark®

L'écorce compostée peut contribuer à éliminer des substances toxiques et des phytopathogènes. Il faut généralement trois mois pour composter l'écorce de bois dur, tandis qu'il faut environ 1 ½ mois pour composter l'écorce de bois tendre. Avant le compostage, on ajoute généralement de l'azote à raison de 1 kg et 0,5 kg/m^3 pour l'écorce de bois dur et l'écorce de bois tendre respectivement. Gro-Bark est un mélange commercial d'écorce de pin vieillie et de bran de scie qui a subi un compostage naturel pendant 10 à 40 ans. Son pH varie de 4,5 à 6,5 et sa teneur en sels est faible. Vendu en vrac unique-

ment, il sert généralement à pailler les allées, à amender le substrat des plants de pépinières élevés en contenant ou à remplacer la mousse de sphaigne.

Grow-Rich®

Grow-Rich est un matériau composté issu de boue de papeterie et d'autres matériaux organiques (fumiers, bran de scie et rafles de maïs). Son poids volumique apparent est d'environ 400 kg/m^3, et la taille la plus courante de ses particules oscille entre 3 et 6 mm. Son pH varie entre 5,5 et 6,5. Sa teneur en sels solubles se situe autour de 1,5–2,0 mS/cm, mesurée sur extrait de substrat saturé. Par conséquent, le mélange d'empotage final ne doit pas contenir plus de 25 % de ce matériau.

Turricules

Sous-produit de l'élevage des lombrics (vers de terre), ce matériau est riche en matière organique et sa structure est stable. Son pH est de 6,0–7,5 et sa teneur en sels solubles se situe entre 1,0 et 1,5 mS/cm. Son poids volumique apparent est d'environ 200 kg/m^3. Utiliser ce produit dans un substrat, avec modération (moins de 25 % du volume), pour améliorer la stabilité structurale et la porosité. Ce matériau est quelque peu hydrophobe, il peut contenir beaucoup de graines de mauvaises herbes et est assez coûteux.

Sable

Même si, sur le plan technique, il s'agit d'un type de sol, le sable est assez souvent incorporé dans des substrats artificiels à seule fin de les lester. Il est en effet à peu près 15 fois plus lourd que les autres principaux composants (mousse de sphaigne, perlite et vermiculite). L'utilisation de sable comporte néanmoins certains inconvénients :

- son action abrasive sur les autres ingrédients réduit les interstices remplis d'air, si le malaxage est trop long
- il est susceptible d'être infesté de phytopathogènes et doit donc être pasteurisé.

En revanche, le sable (de même que la terre) améliore la capacité d'humidification du mélange. Selon sa source en Ontario, le sable possède souvent un pH élevé (environ 8,5), ce qui indique la présence de carbonates de calcium libres. Lorsqu'on utilise du sable, on doit tenir compte de sa capacité neutralisante.

Caractéristiques physiques d'un substrat artificiel

Un substrat artificiel, tout comme le sol, comporte trois grandes composantes, air, particules solides et eau. Les interstices ou espaces lacunaires remplis d'air sont nécessaires pour oxygéner les racines, assurer la nitrification et permettre une certaine activité microbienne. Les interstices d'un mélange complètent la portion eau, étant donné que l'air y remplace l'eau quand elle a été absorbée par les racines. Le rapport air-eau d'un mélange est déterminé par la taille des particules solides. Après un arrosage, l'air pénètre dans un mélange grossier plus rapidement que dans un mélange plus fin, mais il ne s'y répartit pas toujours uniformément. Par conséquent, un mélange grossier comporte relativement plus d'interstices remplis d'air et moins d'interstices remplis d'eau qu'un substrat plus fin. Le manque d'air peut poser un problème lorsqu'on utilise un mélange à texture fine durant les périodes de l'année où la luminosité est faible. Un autre facteur qui influence le rapport air-eau est la hauteur du pot; plus le pot est haut, plus le rapport air-eau est grand.

Dans un substrat artificiel qui vient d'être arrosé, l'eau peut occuper jusqu'à 75 % du volume, les solides 5 à 10 % et l'air 15 à 20 %. Par contre, dans un substrat à base de terre, les solides occupent 50 % du volume, le reste étant divisé en l'air et l'eau. À cause de cette différence majeure, on doit conduire les cultures différemment sur un substrat artificiel. Le poids volumique apparent de la plupart des substrats artificiels est d'environ 100–200 kg/m^3. Le rétrécissement du substrat pose certaines difficultés à cause non seulement du changement des caractéristiques physiques, mais aussi à cause du volume requis dans un pot de grosseur donnée. La mousse de sphaigne et la laine de roche sont deux matériaux qui rétrécissent. En ajoutant au substrat une composante qui renforce la structure comme la perlite ou la vermiculite, ou en tassant le substrat au moment du remplissage des pots, on peut réduire le rétrécissement.

Voir aussi le tableau 2–6, *Exemple d'un substrat artificiel avec amendements.*

Préparation d'un substrat artificiel

Voici les points à considérer au moment de préparer un substrat artificiel :

- capacité de rétention d'eau
- porosité non capillaire
- biodisponibilité des éléments nutritifs
- pouvoir tampon
- poids
- prix.

Le principal constituant de la plupart des substrats artificiels est la mousse de sphaigne, grâce à ses caractéristiques très favorables à la croissance. La qualité de la mousse de sphaigne est importante étant donné qu'elle est le principal ingrédient. Une mousse grossière renferme plus d'interstices naturels et peut entrer dans un mélange en plus forte proportion. Une mousse plus fine, comportant moins d'interstices, doit être en

TABLEAU 2–6. Exemple d'un substrat artificiel avec amendements

Ingrédients	Pourcentage (par unité de volume)
Mousse de sphaigne	50–60 %
Vermiculite, perlite, polystyrène, écorce, laine de roche granulaire	20–40 %
Turface®, Haydite®, sable	10–20 %
Amendements	**Quantité/m³ de mélange**
Chaux (dolomitique, fine)	3,5 kg
Superphosphate	1,5 kg
Nitrate de potassium nitrate (12-0-44) ou nitrate d'ammonium (34-0-0)	1,0/0,4 kg
Oligo-éléments	0,25–0,5 kg
Agent mouillant	100 mL

moins grande proportion dans le mélange final. Pour aérer le mélange et le structurer (qu'il rétrécisse moins), il est bon d'utiliser l'un ou plusieurs des ingrédients suivants : vermiculite, perlite, laine de roche granulaire ou copeaux de polystyrène. La vermiculite et la laine de roche sont excellents, car ils augmentent la capacité de rétention d'eau ainsi que le pouvoir de réhumidification du mélange. On ajoute un troisième ingrédient (Turface®, Haydite® ou sable) pour ajouter du poids au mélange et augmenter son pouvoir tampon et/ou sa porosité.

On ajoute de la chaux (3,5 kg/m³ de mélange) pour porter le pH du mélange à un niveau acceptable (sur la base d'un mélange contenant 50 % de mousse de sphaigne). La quantité de chaux indiquée ne tient pas compte de l'effet neutralisant que peuvent avoir d'autres ingrédients (comme le Haydite® et le sable) ni de l'effet acidifiant de certains engrais (nitrate d'ammonium). Une fois qu'on a préparé le mélange et qu'on l'a arrosé, il faut parfois une semaine pour que son pH se stabilise.

Lorsqu'on emploie de la chaux calcique, il faut faire un apport de magnésium sous forme de sels d'Epsom (0,5 kg/m³). On ajoute du superphosphate pour l'apport en phosphore, en soufre et en calcium. S'il faut ajouter de l'azote et/ou du potassium, on utilise du nitrate de potassium (12-0-44) à raison de 0,5–1,0 kg/m³ ou du nitrate d'ammonium (34-0-0) à raison de 0,3–0,5 kg/m³. L'ajout d'azote doit correspondre à environ 0,25–0,50 g d'azote par pot de 15 cm. Dans certains cas, on peut utiliser du nitrate de calcium comme source d'azote à raison de 0,5 kg/m³. On peut ajouter les éléments en traces, Fe, Cu, B, Zn et Mn, en employant du Nutritrace. Un réactif non ionique comme l'Aqua-Grow® ou l'Agral-90 constitue un agent mouillant convenable. Il faut dissoudre l'agent mouillant dans l'eau tiède et le pulvériser sur le mélange pour assurer une répartition uniforme. Parfois, une combinaison d'oligo-éléments et d'agent mouillant est offerte sous forme granulaire. Pour des raisons pratiques, bien des producteurs font mélanger au préalable les amendements par leur fournisseur de fertilisant. La plupart des ingrédients peuvent être mélangés quand ils sont secs. On peut utiliser des mélangeurs mécaniques à vis ou à tambour, mais en limitant le temps de malaxage des composants pour ne pas les pulvériser. Ajouter de l'eau pendant le mélange des ingrédients pour prévenir la formation de poussière et aider à stabiliser les particules.

Caractéristiques chimiques d'un substrat artificiel

Une fois qu'un substrat est préparé, on doit toujours vérifier sa teneur en sels solubles (CÉ) et son pH. La CÉ donne une indication de la valeur nutritive du mélange en mesurant la conductivité de la solution, tandis que la mesure du pH joue un rôle majeur en déterminant la biodisponibilité des éléments nutritifs. Le pH optimal pour les substrats artificiels organiques se situe autour de 5,5 (± 0,5). Ce niveau contraste avec le pH de 6,5 qui est recommandé pour les mélanges à base de terre/terreau. Dans les mélanges renfermant de la mousse de sphaigne, un pH élevé (supérieur à 6,5) peut entraîner une carence en fer, en manganèse, en bore, en cuivre, en zinc et en phosphore, tandis qu'un pH qui se situe entre 5,0 et 5,5 peut provoquer une carence en molybdène (surtout chez le poinsettia). L'ajout de nitrate d'ammonium à raison de 400 g/m³ peut abaisser le pH d'environ 0,5.

Mélanges prêts à l'emploi

La plupart des mélanges commerciaux ont été mis à l'épreuve et donnent de bons résultats si les cultures sont bien conduites. Pour comparer leurs prix avec ceux des mélanges maison, il faut faire entrer en ligne de compte, outre le prix des ingrédients, les coûts liés à la confection du mélange, à l'équipement, à l'entreposage et à la main-d'œuvre. Les exploitations de petite taille utilisent habituellement des mélanges déjà préparés. Certains fabricants acceptent de préparer des mélanges selon les spécifications du producteur. En règle générale, les mélanges commerciaux contiennent les deux premiers ingrédients principaux (voir le tableau 2–6), mais non le troisième (Turface® ou sable). La plupart ont un pH de 5,5 à 6,0 et une CÉ de 1,2 à 1,8 mS/cm (mesures prises sur extrait du mélange saturé), tandis que la capacité de rétention d'eau est d'environ 70 % du volume (mesurée à l'aide d'un pot de 15 cm de diamètre qu'on a totalement saturé puis laissé égoutter).

Composts

Certains producteurs peuvent décider d'utiliser des produits de compostage dans leur substrat artificiel. Les composts peuvent contenir des champignons et des bactéries antagonistes (qui attaquent les agents de certaines maladies

des plantes) ainsi que des micro-organismes bénéfiques (comme les bactéries nitrifiantes). Certains fournisseurs vendent en vrac, à coût relativement intéressant, des composts faits d'assortiments de sous-produits organiques. Ces composts peuvent donner de bons résultats comme amendements, mais il est conseillé d'en vérifier le pH et la teneur en sels solubles avant de les utiliser.

Problèmes courants posés par les substrats artificiels

- Un malaxage trop long des ingrédients d'un substrat artificiel a un effet abrasif sur les particules et détériore la structure du substrat. En règle générale, un malaxage de 3–5 minutes à 12–14 tr/min suffit.

- La réhumidification d'un substrat qu'on a laissé déshydrater est possible, quoique difficile. On peut soit faire plusieurs arrosages légers ou des bassinages, soit ajouter un agent mouillant à l'eau, à raison d'environ 1 mL/L d'eau tiède. Normalement, on ajoute l'agent mouillant au moment de mélanger les ingrédients. Un substrat auquel on ajoute de la laine de roche granulaire ou de la vermiculite se réhumidifie plus rapidement après un assèchement prononcé. Si on a utilisé une dose excessive d'agent mouillant (2–3 fois la dose recommandée, par exemple), les plantes ne développent que quelques racines longues et fines ou des racines qui n'arrivent pas pénétrer dans le substrat. Il peut en résulter une chétivité générale des plants, chez les espèces sensibles, dont l'impatiente, le bégonia et le concombre.

- La prolifération des algues à la surface peut nuire à la levée des plantules et à la pénétration de l'eau dans le sol et/ou contribuer à nourrir les mouches des terreaux. Certains fongicides peuvent réduire la prolifération d'algues. À mesure que les plants se développent, la surface du substrat reçoit de moins en moins de lumière, ce qui freine la croissance des algues. L'Agribrom ajouté à l'eau d'irrigation à raison de 5–10 ppm de brome résiduel contribue à combattre ou à prévenir la croissance des algues. Une eau d'irrigation exempte d'algues contribue également à régler le problème.

- Les niveaux optimaux d'éléments nutritifs sont souvent plus élevés que dans un substrat à base de terre. Par conséquent, il est important de veiller à ce que la culture soit bien fertilisée. La teneur en sels solubles peut atteindre sans danger environ deux fois celles des mélanges à base de terre.

- Les symptômes d'une carence en magnésium se manifestent rapidement sur des cultures comme la tomate et le chrysanthème étant donné que cet élément n'est pas inclus dans la plupart des engrais « complets » hydrosolubles traditionnels. Une incorporation en préplantation ou des apports séparés de sels d'Epsom (sulfate de magnésium) ou de nitrate de magnésium peut contribuer à enrayer le problème.

Rôle des éléments nutritifs dans la croissance des plantes

On peut diviser les éléments nutritifs en macro-éléments et en oligo-éléments (voir le tableau 2–7, *Macro-éléments et oligo-éléments*), selon la quantité requise par les plantes. Le tableau montre aussi la forme sous laquelle l'élément est assimilé par la plante et sa mobilité à l'intérieur de celle-ci.

TABLEAU 2–7. Macro-éléments et oligo-éléments

Eléments	Forme	Mobilité
Macro-éléments		
Carbone (C)	Dioxyde de carbone (CO_2)	M
Hydrogène (H)	Eau (H_2O)	M
Oxygène (O)	CO_2, H_2O	M
Azote (N)	Ammonium (NH_4^+), nitrate (NO_3^-)	M
Phosphore (P)	Phosphate de dihydrogène ($H_2PO_4^-$)	M
Potassium (K)	Potassium (K^+)	M
Calcium (Ca)	Calcium (Ca^{2+})	I
Magnésium (Mg)	Magnésium (Mg^{2+})	M
Soufre (S)	Sulfate (SO_4^{2-}), dioxyde de soufre (SO_2)	M
Sodium (Na)	Sodium (Na^+)	N/C
Silice (Si)	H_4SiO_4	N/C
Oligo-éléments		
Fer (Fe)	Ions ferreux (Fe^{2+}), ions ferriques (Fe^{3+})	I
Manganèse (Mn)	Ions manganèse (Mn^{2+})	I
Cuivre (Cu)	Ions cuivre (Cu^{2+})	I
Zinc (Zn)	Ions zinc (Zn^{2+})	I
Molybdène (Mo)	Ions molybdate (MoO_4^{2-})	M
Bore (B)	Acide borique (H_3BO_3)	I
Chlore (Cl)	Chlore (Cl^-)	M
Aluminium (Al)	Aluminium (Al^{3+})	M

M = mobile, I = immobile, N/C = non connu

Deux grands facteurs influencent la teneur en minéraux d'une plante. Le premier est d'ordre génétique; il explique pourquoi les teneurs en N et en K de nombreuses plantes (46 %) sont à peu près 10 fois plus élevées que les teneurs en P et en Mg, qui, à leur tour, sont 100–1 000 fois plus élevées que la teneur en la plupart des oligo-éléments.

Le second facteur est la biodisponibilité des éléments nutritifs dans le substrat et la capacité de la plante à les absorber. Dans la pratique, c'est le seul facteur sur lequel il est possible d'agir. Jusqu'à un certain point, la teneur en éléments nutritifs d'une plante augmente de pair avec la teneur en éléments nutritifs du substrat. Au-delà de ce niveau optimal, il n'y a aucun avantage à attendre d'une augmentation supplémentaire de la biodisponibilité.

Absorption et diffusion des éléments nutritifs

Macro-éléments

En général, tous les macro-éléments, à l'exception du calcium, sont mobiles à l'intérieur de la plante. Les éléments nutritifs mobiles peuvent être véhiculés par le xylème et par le phloème jusqu'aux organes qui en ont le plus besoin, habituellement les pousses, les fleurs ou les bractées en croissance.

- *Carbone* — assimilé essentiellement sous forme de CO_2 par les stomates des feuilles. Il est par la suite transformé en matière organique sous l'effet de la photosynthèse. Dans une moindre mesure, le carbone peut aussi être assimilé sous forme de bicarbonate (HCO_3^-) à partir de la solution nutritive.

- *Hydrogène* — l'eau, principale source de H^+, est absorbée par les poils absorbants.

- *Oxygène* — est puisé dans le CO_2 de l'atmosphère pendant le jour, et dans l'eau par les racines.

- *Azote* — les deux formes, NH_4^+ et NO_3^-, peuvent être absorbées par les racines et métabolisées par les plantes. La vitesse d'assimilation du NO_3^- est habituellement supérieure à celle du NH_4^+. Toutefois, cette vitesse dépend en grande partie du pH. L'assimilation de NH_4^+ est favorisée par un substrat neutre et décroît lorsque le pH s'abaisse. L'inverse se produit pour le NO_3^-. Des concentrations élevées de glucides dans la plante (l'été, par exemple) favorisent l'assimilation du NH_4^+. À l'intérieur du xylème, l'azote est transporté sous forme de nitrate et d'acides aminés.

- *Phosphore* — le gros du P est assimilé activement (à partir des concentrations très faibles qui se trouvent dans le sol jusqu'aux niveaux élevés qu'on trouve dans le xylème) sous forme de $H_2PO_4^-$.

- *Potassium* — est prélevé, souvent activement, sous forme de K^+, et est mobile dans la plante.

- *Calcium* — est absorbé passivement (à partir des concentrations élevées dans le sol jusqu'aux faibles concentrations qu'on trouve dans la plante) sous forme de Ca^{2+}. Le calcium qui se trouve dans la sève du xylème est transporté vers le haut entraîné par le mouvement imprimé par la transpiration. Son déplacement dépend donc de la vitesse de transpiration et par conséquent de l'humidité (ou du déficit de tension de vapeur). L'assimilation est aussi favorisée par le NO_3^-. Dans la plante, le calcium n'est pas mobile.

- *Magnésium* — la compétition exercée par les autres cations (p. ex. potassium et ammonium) est importante dans la détermination de la vitesse d'assimilation du magnésium. Cet élément est assimilé passivement par le flux de transpiration et est mobile dans le xylème.

- *Soufre* — les plantes absorbent le soufre principalement sous forme de sulfate (SO_4^{2-}). L'assimilation peut se faire activement.

Oligo-éléments

Tous les oligo-éléments sont foncièrement immobiles. Ils peuvent être absorbés par les racines et transportés par le flux de la transpiration vers les différents organes de la plante. Par contre, la plante ne peut pas mobiliser les oligo-éléments qui se trouvent dans ses tissus pour les envoyer vers d'autres organes qui en auraient besoin.

- *Fer* — l'assimilation est influencée par la vitesse du métabolisme de la plante ainsi que par la présence d'autres cations comme le manganèse (Mn^{2+}) et le cuivre (Cu^{2+}). L'assimilation du fer est freinée par un pH élevé, des dommages aux racines et de fortes concentrations de phosphate, de manganèse, de bore et de calcium; elle est favorisée par une teneur élevée en NH_4^+. Le fer (Fe^{3+}) ne passe pas d'un organe de la plante à l'autre.

- *Manganèse* — l'assimilation est influencée par le métabolisme de la plante (comme dans le cas du fer). Températures du sol fraîches => faible activité métabolique => assimilation réduite (rosiers dans les lits de plantation l'hiver, par exemple). Le manganèse est

relativement immobile dans la plante. Les tissus jeunes sont habituellement riches en Mn^{2+}. La biodisponibilité du manganèse est améliorée par un pH faible.

- *Cuivre* — mêmes remarques que pour le fer et le manganèse. Le cuivre (Cu^{2+}) n'est pas très mobile à l'intérieur du plant, mais peut passer des feuilles âgées vers des feuilles plus jeunes. On en trouve ordinairement de très faibles concentrations dans le plant comparativement à d'autres oligo-éléments.

- *Zinc* — les chercheurs sont divisés sur la question de savoir si l'assimilation du zinc (Zn^{2+}) est active ou passive, quoique la majorité d'entre eux la croit active. Le zinc a une forte interaction avec le cuivre. Le zinc n'est pas très mobile à l'intérieur de la plantes.

- *Molybdène* — on ne sait pas grand chose au sujet du molybdène (MoO_4^{2-}), si ce n'est que le poinsettia est l'une des rares espèces de plantes que l'on sait sensible à de faibles concentrations de cet élément. Le molybdène est important au fonctionnement d'une enzyme qui joue un rôle crucial dans le métabolisme de la plante.

- *Bore* — cet élément est probablement assimilé sous une forme non dissociée de l'acide borique (H_3BO_3) et suit le flux de l'eau absorbée par les racines. Il est immobile à l'intérieur de la plante et se concentre surtout dans les feuilles les plus vieilles. Les symptômes d'une carence en bore se manifestent aux extrémités de la plante et ceux d'une toxicité dans les feuilles âgées.

Analyse des éléments nutritifs

Eau

L'eau non traitée utilisée pour l'irrigation doit contenir tous les principaux éléments nutritifs nécessaires aux plantes. On ne doit en rajuster les teneurs qu'à partir des résultats d'une analyse. L'analyse de l'eau indiquera également si la source d'eau est contaminée (mais *pas* par des microbes) ou si les concentrations d'ions spécifiques comme les fluorures (F^-) ou le bore (B) sont trop élevées. De plus, il faut connaître la concentration de bicarbonates pour être en mesure de calculer la quantité d'acide nécessaire à l'obtention d'un pH donné. Le tableau 2–8, *Concentrations maximales souhaitables de certains ions dans l'eau non traitée utilisée pour l'irrigation des substrats artificiels (laine de roche, oasis, mousse de sphaigne ou fibre de coco) dans une serre*, indique les principaux éléments nutritifs nécessaires aux plantes et leur teneur souhaitable dans l'eau non traitée utilisée pour l'irrigation.

TABLEAU 2–8. Concentrations maximales souhaitables de certains ions dans l'eau non traitée utilisée pour l'irrigation des substrats artificiels (laine de roche, oasis, mousse de sphaigne ou fibre de coco) dans une serre

Élément	Concentration maximale souhaitable (ppm)
Azote (NO_3^-)	5
Phosphore ($H_2PO_4^-$)	5
Potassium (K^+)	5
Calcium (Ca^{2+})	120
Magnésium (Mg^{2+})	25
Chlorure (Cl^-)	100
Sulfate (SO_4^{2-})	200
Bicarbonate (HCO_3^-)	30–60
Sodium (Na^+)	60
Fer (Fe^{3+} or Fe^{2+})	5
Bore (B)	0,5
Zinc (Zn^{++})	0,5
Manganèse (Mn^{2+})	1,0
Cuivre (Cu^{2+})	0,2
Aluminium (Al^{3+})	5
Molybdène (Mo)	0,02
Fluorure (F^-)	1
pH (H^+)	5,0–7,0

Quelques remarques générales concernant les divers éléments nutritifs :

- *N, P, K* — Bien qu'étant des éléments fertilisants, leur présence en concentrations élevées dans l'eau non traitée est un signe de contamination.

- *Ca^{2+} et Mg^{2+}* — Les concentrations maximales souhaitables indiquées ci-dessus comblent adéquatement les besoins nutritifs de la plupart des cultures. Des valeurs plus élevées n'entraînent pas nécessairement des réactions de toxicité, mais peuvent contribuer à rendre l'eau plus dure.

- *HCO_3* — La plupart des sources d'eau du sud de l'Ontario ont une teneur en bicarbonates supérieure à la fourchette indiquée. Les bicarbonates ne sont pas très toxiques, mais des concentrations de 250 ppm et plus

peuvent nuire à la croissance des plantes. Des niveaux élevés s'accompagnent d'un niveau d'alcalinité (pH) élevé, qui, avec le temps, peut élever le pH du substrat. Un autre inconvénient est la précipitation du calcium et/ou des carbonates de magnésium qui laisse des résidus sur les feuilles et encrasse les gouteurs du réseau d'irrigation. De fortes concentrations de bicarbonates se neutralisent à l'aide d'acide nitrique, phosphorique et sulfurique (voir *Correction du pH*, page 22).

- *Fe^{3+}* — Dans sa forme oxydée, le fer a une faible solubilité et peut donc facilement précipiter sous forme d'hydroxyde de fer amorphe qui encrasse les goutteurs du réseau d'irrigation. Dans les serres avec irrigation goutte-à-goutte, les teneurs supérieures à 0,25 ppm sont donc déconseillées.

- *B* — Le bore peut être assez toxique pour les plantes et doit être surveillé de près dans les substrats (moins de 0,5 ppm) ainsi que dans les systèmes où l'eau est recyclée (moins de 0,25 ppm).

- *Zn^{2+}* — Le zinc se retrouve dans les sources d'eau qui ont été en contact avec du métal galvanisé (l'eau de pluie provenant du toit de la serre). Ici encore, les ions peuvent s'accumuler dans les systèmes à recyclage d'eau.

- Mn^{2+} — Bien que le manganèse ne pose pas souvent problème, sauf sous des conditions particulières (pasteurisation à la vapeur), on croit qu'il est toxique à des concentrations élevées.

- *Cu^{2+}* — Les concentrations de cuivre peuvent dépasser 0,2 ppm si l'on se sert de substrat organique.

- *Al^{3+}, Mo, F^-* — L'aluminium, le molybdène et les fluorures ne sont pas des éléments qu'on retrouve en fortes concentrations dans les sources d'eau. Toutefois, les fluorures peuvent nuire gravement aux monocotylédones (lis, plantes du genre *Dracaena*, plante-araignée).

- *pH* — Bien que les ions hydrogène ne soient pas considérés comme des éléments nutritifs, il est important d'en tenir compte étant donné que la biodisponibilité de la plupart des éléments nutritifs est liée au pH. Par exemple, la plupart des ions chargés positivement, tels que Fe, Mn, Ca, ainsi que les phosphates, sont plus solubles (et donc plus assimilables par la plante) à un pH faible, tandis que le molybdène est plus facilement assimilable à un pH plus élevé. La plupart des sources d'eau en Ontario ont un pH d'environ 7,5, en raison des niveaux élevés de bicarbonates. L'acidification peut être nécessaire (voir *Correction du pH*, page 22). Un pH inférieur à 5,0 détériore la structure des plaques de laine de roche.

- Voir à l'annexe C la liste des laboratoires de l'Ontario accrédités par le MAAO pour effectuer des analyses de l'eau, des solutions nutritives et des substrats.

Substrats artificiels

Il n'y a pas si longtemps, la méthode la plus utilisée pour doser les éléments nutritifs était celle de l'extrait de substrat dilué (1 volume de substrat pour 2 volumes d'eau). Aujourd'hui, en Amérique du Nord, c'est la méthode de l'extrait de substrat saturé à l'eau distillée qui est la plus utilisée. Elle dose les éléments nutritifs directement dans l'extrait. Elle permet d'estimer la quantité d'éléments nutritifs facilement assimilable qui se trouve dans la zone racinaire.

Échantillonnage du substrat

- *Sol* — À l'aide d'une sonde, prélever suffisamment d'échantillons (20) de la zone étudiée (couche ou planche) à une profondeur d'environ 10–25 cm et bien mélanger les échantillons ainsi prélevés. De ce mélange, prélever un échantillon représentatif (environ 600 g), le déposer dans un sac de plastique et l'expédier à un laboratoire accrédité par le MAAO qui offre le service d'analyse selon la méthode de l'extrait de substrat saturé (voir *Comment mesurer la CE d'un substrat*, page 20 et l'annexe C). Des frais sont exigés pour ce service. Dans le cas des cultures saisonnières, bien analyser le sol avant la mise en culture. Faire analyser le sol suffisamment à l'avance pour pouvoir corriger le pH et la fertilisation avant la mise en culture.

- *Substrat d'empotage* — N'échantillonner que les deux tiers inférieurs du substrat d'empotage (ne pas inclure la couche superficielle, surtout si l'on utilise la subirrigation). Mélanger une vingtaine d'échantillons, en prélever une quantité représentative et la faire parvenir au laboratoire dans un sac de plastique. Les producteurs devraient mesurer eux-mêmes la CE et le pH (entre les échantillonnages périodiques soumis au laboratoire) dans le lixiviat recueilli après arrosage abondant d'un certain nombre de pots avec de l'eau distillée. Les résultats obtenus seront très proches de ceux que le laboratoire obtient à l'aide de la méthode de l'extrait de substrat saturé (voir *Interprétation des lectures de la CE*, page 20) et donnent une bonne indication du niveau de fertilité global, mais non des teneurs en éléments

individuels. Pour suivre l'évolution des teneurs en éléments nutritifs dans le substrat, prélever des échantillons toutes les deux semaines.

Pour savoir comment interpréter les résultats et rajuster les paramètres du substrat, consulter un spécialiste de la floriculture de serre.

Analyse foliaire

En floriculture, l'analyse foliaire sert surtout d'outil diagnostique pour vérifier les symptômes de carence ou de toxicité, mais elle peut aussi servir à surveiller les niveaux d'éléments nutritifs au cours de la période de culture. Différentes parties de la plante renferment différents niveaux d'éléments nutritifs, mais l'analyse des tissus foliaires est le plus couramment utilisée pour diagnostiquer la biodisponibilité des éléments nutritifs dans le sol. La concentration de minéraux dans les plantes est habituellement exprimée en pourcentage par rapport au poids pour les macro-éléments (N, P, K, etc.) et en milligrammes par gramme (mg/g) ou parties par million (ppm) de matière sèche végétale pour les oligo-éléments (Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo). L'âge des parties des plantes a aussi son importance. Les jeunes tissus ont tendance à avoir une teneur plus élevée en N, P et K que les tissus plus vieux, lesquels ont généralement des teneurs plus élevées en Ca, Mn, Fe et B. Il faut donc récolter les feuilles qui ont été les dernières à parvenir à maturité si l'on fait faire régulièrement des analyses foliaires dans le but d'évaluer la teneur en éléments nutritifs.

L'analyse foliaire évalue souvent de façon plus précise les teneurs en oligo-éléments dans les plantes ou le programme de fertilisation que l'analyse du substrat. On prélève les feuilles parmi les plus jeunes sur plusieurs plants, sauf exception. Habituellement 30–50 feuilles suffisent. On ne doit pas prélever les feuilles qui présentent des anomalies, à moins qu'on veuille en diagnostiquer la cause, auquel cas, on constitue un échantillon distinct. S'assurer que les échantillons ne sont pas contaminés par des pesticides ou des applications foliaires de fertilisant. En cas de doute, rincer les feuilles avec de l'eau distillée et attendre qu'elles soient sèches avant de les emballer et de les faire parvenir au laboratoire. Il est généralement préférable d'utiliser des sacs de papier plutôt que des sacs de plastique pour éviter la pourriture des feuilles.

Le tableau 2–9, *Lignes directrices relatives à l'analyse des tissus*, indique les fourchettes dans lesquelles doivent se situer les concentrations d'éléments nutritifs pour certaines cultures florales. Certains facteurs peuvent faire varier ces concentrations : l'âge de la plante, la position des feuilles sur le plant [partie supérieure ou inférieure du plant], le cultivar, la saison, le programme de fertilisation, le nombre de jours depuis la fertilisation, le pH du substrat, l'application d'un régulateur de croissance, la présence de maladie et la température. Les concentrations des éléments nutritifs nécessaires aux différentes plantes sont données uniquement à titre indicatif.

Partie du plant qu'il est recommandé de prélever :

- Chrysanthème—feuilles supérieures des tiges florales à maturité.
- *Exacum*—extrémité des pousses pourvues d'une paire de feuilles à maturité et toutes les feuilles non parvenues à maturité.
- Rosier—feuille à cinq folioles la plus élevée sur une tige florifère.
- Autres cultures—feuille récemment parvenue à maturité.

Symptômes de carence nutritive

(Source : *Diagnosing Nutrient Disorders in Greenhouse Crops*, C. Rosen et J. Erwin, University of Minnesota).

Interactions entre les éléments nutritifs

Les cultures de serre sont souvent sujettes aux troubles nutritionnels pour plusieurs raisons : la rapidité de leur croissance, les besoins différents d'une espèce à l'autre, le volume restreint des racines dans les contenants, la réserve limitée d'éléments nutritifs dans le substrat de culture. Tant la quantité que l'équilibre des éléments nutritifs fournis à la plante jouent un rôle important dans la production de cultures en contenants de haute qualité. L'augmentation ou la diminution d'un élément nutritif de la solution peut nuire à l'absorption d'un autre élément nutritif ou à sa migration à l'intérieur de la plante. Bien que les interactions entre les éléments nutritifs puissent être positives ou négatives, ce sont habituellement les interactions négatives qui ont été le mieux étudiées.

Voici les deux situations où l'on doit se préoccuper des interactions entre éléments nutritifs :

- lorsque les concentrations de deux éléments sont à la limite de l'état de carence;
- lorsque l'un des éléments est en quantité excessive tandis que l'autre élément est tout juste suffisant.

La nature exacte de l'interaction dépend des éléments nutritifs en jeu et de l'espèce végétale. Elle peut résulter

TABLEAU 2–9. Lignes directrices relatives à l'analyse des tissus

Élément nutritif	Violette africaine	*Alstroemeria*	Azalée	Bégonia Rieger	Bégonia multiflore	Cactus de Noël (*Schlumbergera*)	*Caladium*
Azote (%)	2,2–2,7	3,8–7,6	2,2–2,8	3,4–4,6	4,4–5,2	2,7–3,7	3,6–4,9
Phosphore (%)	0,2–0,9	0,3–0,7	0,2–0,5	0,4–0,8	0,3–0,4	0,5–0,9	0,4–0,7
Potassium (%)	1,5–6,0	3,7–4,8	0,7–1,6	2,0–3,5	3,4–4,2	6,2–7,1	2,3–4,1
Calcium (%)	0,6–1,7	0,6–1,4	0,2–1,6	0,7–2,4	1,3–2,1	0,7–0,9	1,1–1,6
Magnésium (%)	0,7–1,1	0,2–0,4	0,1–0,6	0,3–0,8	0,6–1,0	1,6–2,2	0,1–0,3
Fer (ppm)	70–320	175–275	50–150	80–390	100–260	105–110	65–90
Manganèse (ppm)	35–490	60–90	30–300	35–190	90–355	35–130	110–135
Zinc (ppm)	20–80	35–70	5–60	20–30	50–65	50–65	125–135
Cuivre (ppm)	5–30	5–15	5–15	5–10	10–15	10–15	5–10
Bore (ppm)	30–200	10–50	15–100	35–130	30–40	65–70	95–145

Élément nutritif	*Calla*	Oeillet	Chrysanthème	Cyclamen	*Dieffenbachia*[1]	Lis de Pâques	*Exacum*
Azote (%)	2,9–3,0	3,0–5,0	4,0–6,0	2,9–5,0	3,0–4,0	2,4–4,0	3,8–5,3
Phosphore (%)	0,3–0,4	0,1–0,5	0,2–1,2	0,4–1,0	0,7–1,0	0,1–0,7	0,3–0,7
Potassium (%)	3,9–4,4	2,0–6,0	1,0–10,0	1,2–4,5	6,4–8,2	2,0–5,0	2,3–3,4
Calcium (%)	0,9–1,1	0,6–2,0	0,5–4,6	0,3–1,3	1,9–2,4	0,2–4,0	0,5–0,8
Magnésium (%)	0,3–0,4	0,2–0,6	0,1–1,5	0,4–1,3	0,4–0,8	0,3–2,0	0,4–0,7
Fer (ppm)	95–130	30–150	20–750	150–550	50–300	100–250	55–155
Manganèse (ppm)	635–690	30–445	25–375	100–500	50–300	50–250	70–165
Zinc (ppm)	30–45	15–75	5–35	30–100	40–200	30–70	25–85
Cuivre (ppm)	5–10	5–30	5–50	5–20	3,5–30	5–25	5–75
Bore (ppm)	30–40	20–400	20–200	70–350	10–30	20–50	25–60

Élément nutritif	*Ficus benjamina*[1]	*Freesia*	*Fuchsia*	Géranium lierre	Pélargonium (*pelargonium x domesticum*)	Géranium de semence	Pélargonium (à feuilles zonées)
Azote (%)	2,0–2,5	2,7–5,6	2,8–4,6	3,4–4,4	3,0–3,2	3,7–4,8	3,8–4,4
Phosphore (%)	0,2–0,4	0,4–1,2	0,4–0,6	0,4–0,7	0,3–0,6	0,3–0,6	0,3–0,5
Potassium (%)	2,1–2,5	3,1–5,9	2,2–2,5	2,8–4,7	1,1–3,1	3,3–3,9	2,6–3,5
Calcium (%)	1,7–2,5	0,4–1,0	1,6–2,4	0,9–1,4	1,2–2,6	1,2–2,1	1,4–2,0
Magnésium (%)	0,3–0,4	0,3–1,8	0,4–0,7	0,2–0,6	0,3–0,9	0,2–0,4	0,2–0,4
Fer (ppm)	50–200	80–115	95–335	115–270	120–225	120–340	110–580
Manganèse (ppm)	25–100	30–540	75–220	40–175	115–475	110–285	270–325
Zinc (ppm)	20–75	40–110	30–45	10–45	35–50	35–60	50–55
Cuivre (ppm)	5–10	5–130	5–10	5–15	5–10	5–15	5–15
Bore (ppm)	20–40	30–100	25–35	30–280	15–45	35–60	40–50

TABLEAU 2–9. Lignes directrices relatives à l'analyse des tissus (suite)

Élément nutritif	*Gerbera*	*Gloxinia*	*Hibiscus*	Hydrangée	Impatiente commune	Fougères[1]	Impatiente de Nouvelle-Guinée
Azote (%)	3,3–4,1	3,3–3,8	3,5–4,5	2,0–3,8	4,3–5,3	1,7–2,5	3,3–4,9
Phosphore (%)	0,3–0,7	0,3–0,5	0,2–0,6	0,3–2,5	0,6–0,8	0,3–0,6	0,3–0,8
Potassium (%)	3,1–3,9	4,5–5,0	2,0–2,9	2,5–6,3	1,8–2,8	2,5–3,9	1,9–2,7
Calcium (%)	0,9–4,2	1,5–2,2	1,9–2,3	0,8–1,5	2,9–3,3	0,9–1,3	1,9–2,7
Magnésium (%)	0,3–2,8	0,4–0,5	0,5–0,7	0,2–0,4	0,6–0,8	0,6–0,7	0,3–0,8
Fer (ppm)	80–130	70–150	60–75	85–115	405–685	30–300	160–890
Manganèse (ppm)	65–260	95–170	135–180	100–345	205–490	49–181	140–245
Zinc (ppm)	30–80	20–35	35–50	50–105	65–70	52–149	40–85
Cuivre (ppm)	5–10	5–20	5–10	5–10	10–15	10–15	5–10
Bore (ppm)	25–50	30–35	20–25	35–50	45–95	20–40	50–60

Élément nutritif	Kalanchoe	Pétunia	Poinsettia	Primevère (*Primula*)	Rose	Muflier	Streptocarpe[1]	Pervenche
Azote (%)	2,5–5,0	2,8–5,8	4,0–6,0	2,5–3,3	3,0–5,0	4,0–5,3	2,0–3,5	4,9–5,4
Phosphore (%)	0,2–0,5	0,5–1,2	0,2–1,0	0,4–0,8	0,2–0,3	0,2–0,6	0,1–0,7	0,4–0,6
Potassium (%)	2,0–4,8	3,5–5,5	1,5–5,0	2,1–4,2	1,8–3,0	2,2–4,1	4,8–5,5	2,9–3,6
Calcium (%)	1,1–4,5	0,6–4,8	0,4–2,0	0,6–1,0	1,0–1,9	0,5–1,4	1,2–1,9	1,4–1,6
Magnésium (%)	0,4–1,0	0,3–1,4	0,2–1,0	0,2–0,4	0,2–0,4	0,5–1,0	0,3–0,5	0,4–0,5
Fer (ppm)	75–200	40–700	100–300	75–155	50–150	70–135	90–260	95–150
Manganèse (ppm)	60–250	90–185	45–300	50–80	30–900	60–185	130–300	165–300
Zinc (ppm)	25–80	30–90	25–150	40–45	15–50	30–55	85–130	40–45
Cuivre (ppm)	5–20	5–45	5–15	5–10	5–25	5–15	15–20	5–10
Bore (ppm)	30–60	20–50	20–200	30–35	20–60	15–40	55–65	25–40

[1] Les données sont tirées du guide *Values for Nutrient Element Contents of Vegetables and Flowers under Glass*, Glasshouse Crops Research Stations, Aalsmeer and Naaldwijk, 1987. (Colligées et mises à jour par R.E. Widmer, University of Minnesota, juin 1985. Augmentées et mises à jour par J.M. Dole et H.F. Wilkins, University of Minnesota, octobre 1988, Department of Horticultural Science and Landscape Architecture.)

d'une réaction de précipitation dans la solution de sol ou d'une concurrence pendant l'absorption, la migration ou la fonction métabolique des ions (voir le tableau 2–10, *Quelques interactions courantes entre les éléments nutritifs*). Dans bien des cas, le mécanisme de l'interaction n'a pas encore été entièrement élucidé. Ces effets antagonistes prennent de l'ampleur lorsque les concentrations d'éléments nutritifs sont faibles.

Les interactions entre les éléments nutritifs et leur équilibre demandent à être examinés par rapport à la qualité des apports. Celle-ci est importante étant donné qu'on peut atteindre des ratios optimaux d'éléments nutritifs dans la solution ou les tissus des plantes même lorsque ces deux éléments se situent dans une fourchette de carence ou de toxicité.

Comment diagnostiquer un déséquilibre nutritionnel

Il ne faut pas perdre de vue que dès l'instant où des plantes portent des symptômes visibles de déséquilibre nutritionnel, leur qualité marchande a déjà baissé. Il faut s'astreindre à des programmes d'analyses de sol rigoureux pour détecter tôt les problèmes, avant d'en constater les dégâts.

TABLEAU 2–10. Quelques interactions courantes entre les éléments nutritifs

Une concentration excessive des éléments suivants dans le substrat ou les tissus :	Risque d'entraîner une carence en :
Ammonium	Calcium
Nitrate	Potassium
Phosphore	Fer, zinc, cuivre
Potassium	Magnésium, calcium
Calcium	Magnésium, bore
Magnésium	Potassium, calcium
Manganèse	Fer
Fer	Manganèse
Zinc	Manganèse, fer
Cuivre	Manganèse, fer, zinc

Dans la plupart des cas, les troubles nutritionnels se manifestent par une séquence de symptômes bien définie qui est caractéristique de l'élément en cause. Généralement, une carence en éléments qui sont mobiles dans la plante s'extériorise en premier sur les feuilles les plus vieilles (celles du bas), alors qu'une carence en éléments immobiles s'extériorise en premier sur les feuilles jeunes (celles du haut). Dans certains cas, les symptômes d'une maladie ou d'une intoxication par un pesticide peuvent ressembler aux symptômes de carence ou de toxicité causés par les éléments nutritifs.

De plus, les symptômes de déséquilibre nutritionnels sont souvent propres à certaines espèces et à certains cultivars. Des analyses de sol et des tissus peuvent aider à confirmer que les symptômes observés sont liés à un déséquilibre des éléments nutritifs.

Les symptômes de carence ou de toxicité dont il sera question dans les paragraphes suivants (en ce qui concerne l'azote, le phosphore, le potassium, le magnésium et le soufre) se manifestent généralement d'abord sur les feuilles inférieures et gagnent les feuilles plus jeunes au fur et à mesure que le problème s'aggrave.

Azote

Carence

- Les feuilles pâlissent et jaunissent.
- Les feuilles les plus vieilles sont les premières touchées, mais dans les cas graves, toute la plante peut jaunir. La plante souffre d'un retard de croissance. Les symptômes ressemblent beaucoup à ceux de la carence en soufre.

Excès d'azote ammoniacal

- Ralentissement de la croissance.
- Jaunissement des feuilles.
- Nécrose du bord des feuilles.
- Dépérissement du point végétatif.
- Une concentration élevée d'ammonium (généralement pendant les mois d'hiver) nuit à l'absorption ou à la diffusion du potassium, du magnésium et du calcium, ce qui entraîne une carence en calcium et une réduction des concentrations de potassium et de magnésium dans les tissus des plantes.

Excès de nitrates

- La plupart des plantes tolèrent des concentrations élevées de nitrates sans présenter de symptômes.
- Les nitrates améliorent l'absorption de phosphore et de potassium.
- Des concentrations excessives de nitrates stimulent la croissance végétative, ce qui risque de retarder la floraison.

Phosphore

Carence

- Les feuilles prennent une coloration rouge-violet; les feuilles inférieures sont jaunâtres.
- Les feuilles du bas sont les premières touchées; la nécrose et la chute des feuilles sont sévères.
- La croissance ralentit.
- Dans un substrat artificiel, la carence peut être imputable à un pH élevé (> 7,4) ou faible (< 5,0).

Excès

- Un excès peut entraîner des symptômes de carence en oligo-éléments parce qu'il empêche l'absorption ou la migration du fer, du zinc et du cuivre, probablement par suite de la précipitation des phosphates.

Potassium

Carence

- Des taches grises ou ocre apparaissent près du bord des feuilles.
- Les feuilles les plus vieilles sont touchées les premières; elles présentent un roussissement caractéristique de la pointe et du bord des feuilles.
- Chez certains plants, des taches ou chloroses peuvent apparaître entre les nervures.
- La croissance peut être buissonnante.

Excès

- À de très fortes concentrations, peut causer des brûlures par le sel.
- Si les concentrations de magnésium sont faibles, un excès de potassium entraîne une carence en magnésium.

Magnésium

Carence

- Les feuilles les plus vieilles jaunissent entre les nervures (chlorose internervale).
- Dans les cas graves, les jeunes feuilles sont également touchées, tandis que les feuilles âgées peuvent présenter des taches nécrotiques, puis finissent par tomber.
- La carence en magnésium peut être provoquée par des concentrations élevées de potassium.

Excès

- Les plantes peuvent tolérer des concentrations élevées de magnésium sans manifester de symptômes.
- Des concentrations élevées de magnésium peuvent entraîner des carences en potassium et en calcium dans les tissus des plantes.

Soufre

Carence

- Jaunissement généralisé du plant et, souvent, des nervures des feuilles.
- Symptômes similaires à ceux d'une carence en azote.

Excès

- Les plantes peuvent tolérer des concentrations élevées de soufre; par contre, elles absorbent alors moins bien le molybdène.

Les symptômes suivants de carence ou de toxicité (en ce qui concerne le calcium, le bore, le cuivre, le fer, le manganèse, le molybdène et le zinc) se manifestent généralement d'abord sur les feuilles les plus jeunes (aux extrémités).

Calcium

Carence

- Dépérissement possible des points végétatifs.
- Symptômes présents d'abord sur les feuilles les plus jeunes.
- Dépérissement des extrémités des racines et ralentissement de la croissance racinaire.
- Chez certains plants, les bords ou les pointes des feuilles jaunissent ou prennent un aspect brûlé.
- De fortes concentrations d'ammonium et des conditions de croissance excessivement humides ou sèches peuvent entraîner une carence en calcium.

Excès

- Les plantes peuvent tolérer des concentrations élevées de calcium sans présenter de symptômes.
- Des teneurs élevées en calcium peuvent abaisser les concentrations de potassium et de magnésium dans les tissus des plantes.

Bore

Carence

- Les carences se manifestent surtout sur les tissus les plus jeunes.
- Les jeunes feuilles sont souvent vert foncé, épaisses et cassantes.
- Les points végétatifs meurent et les feuilles paraissent petites et difformes; il se forme de multiples tiges. Sur les rosiers apparaît souvent un balai de sorcière.

Excès

- Un excès de bore peut être extrêmement toxique pour certaines plantes.
- Il se traduit habituellement par un roussissement des bords des feuilles âgées.

Cuivre

Carence

- Jaunissement ou dépérissement des jeunes feuilles.
- Jaunissement occasionnel du limbe entre les nervures.
- Les feuilles se développent mal, s'allongent mais restent étroites.
- Des concentrations élevées de phosphore peuvent provoquer une carence en cuivre.

Excès

- Peut conduire à une carence en fer et nuire à la croissance du système racinaire.

Fer

Carence

- Jaunissement du limbe entre les nervures des feuilles les plus jeunes, tandis que les nervures restent vertes (chlorose internervale); les feuilles peuvent virer entièrement au jaune ou au blanc et se nécroser.
- Des concentrations élevées de phosphore peuvent provoquer une carence en fer.
- Des niveaux de pH élevé ainsi que des températures fraîches du milieu de croissance entraînent la carence en fer.

Excès

- Les plantes peuvent tolérer des concentrations élevées de fer sans en souffrir
- Les taches chlorotiques finissent par virer au brun rougeâtre et les tissus malades par se détacher.
- Des concentrations élevées de fer peuvent provoquer une carence en magnésium chez certaines plantes.

Manganèse

Carence

- Mêmes symptômes que pour une carence en fer.
- Jaunissement du limbe entre les nervures des feuilles les plus jeunes; habituellement, les feuilles ne présentent pas de taches blanches ou de nécroses.
- En général, seules les nervures principales restent vertes, ce qui donne à la feuille l'allure d'une arête de poisson.
- La carence en manganèse se manifeste lorsque le sol est trop froid et/ou a un pH trop élevé.

Excès

- Apparition de taches brun rougeâtre ou noires entre les nervures des feuilles du bas; jaunissement des feuilles.
- L'excès de manganèse se produit quand le pH est faible.

Molybdène

Carence

- Les jeunes feuilles pâlissent, se déforment et deviennent étroites et filiformes.
- Les jeunes feuilles à maturité peuvent présenter des symptômes de chlorose internervale et d'enroulement des bords; tôt ou tard, le tissu jaunissant se nécrose.
- Chez certaines plants, le bord des feuilles est roussi.
- Les symptômes se manifestent le plus souvent dans des conditions de faible pH.
- L'absorption du molybdène est favorisée par le phosphore et le magnésium, alors qu'elle est freinée par une concentration élevée de soufre.

Excès

- Les plantes peuvent tolérer des teneurs élevées en molybdène sans que des symptômes se manifestent.

Zinc

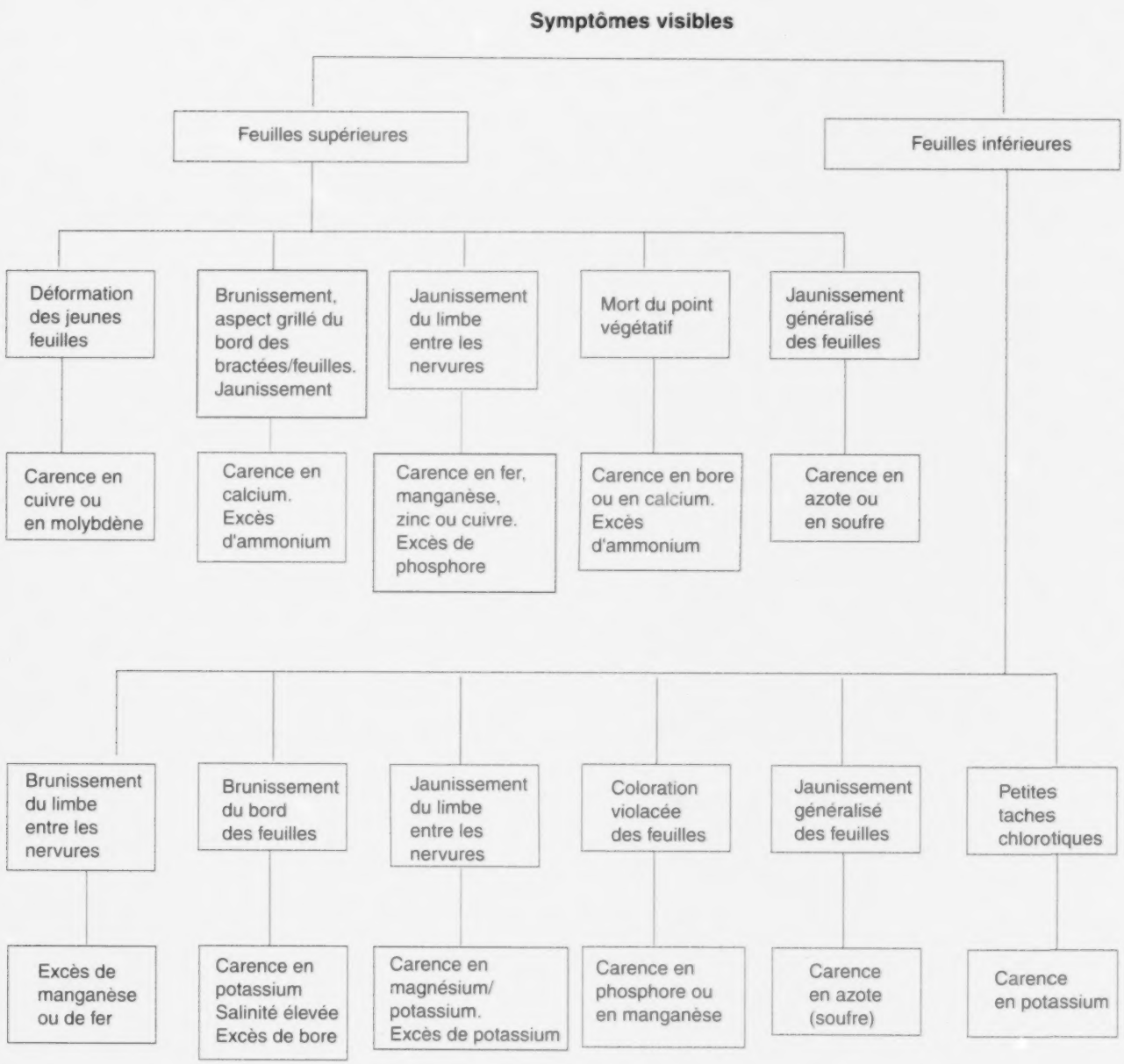
Carence

- Les feuilles les plus jeunes sont affectées les premières et peuvent présenter des signes de jaunissement internerval.
- D'autres symptômes sont possibles, dont des entre-noeuds courts et des feuilles en rosette.
- Des niveaux élevés de phosphore peuvent amener une carence en zinc.
- La carence en zinc se manifeste dans des conditions de pH élevé.

Excès

- L'excès de zinc peut, chez certaines plantes, nuire à l'absorption du phosphore et du fer.
- Survient sous des pH faibles.
- Nuit à la croissance des racines et au développement des feuilles.

FIGURE 2–1. Clé de diagnostic des troubles nutritionnels chez les plantes de serre



3. Lutte intégrée

Le présent chapitre traite de la panoplie des outils de la lutte intégrée (LI). Cette approche particulière de la lutte antiparasitaire fait en effet appel à toutes les stratégies de lutte disponibles et vise seulement à maintenir sous le seuil de tolérance économique les populations d'insectes et d'acariens nuisibles ou d'organismes phytopathogènes. La LI ne cherche pas à éradiquer les parasites par l'emploi continu de pesticides, mais à promouvoir l'intégration, ou association, des diverses stratégies de lutte, culturales, biologiques et chimiques.

La pratique qui consiste à utiliser systématiquement les pesticides, pour ne prendre aucun risque, n'a plus guère de chances de réussir. Depuis quelques années, cette approche a engendré de nombreux problèmes, dont le développement de la résistance chez les parasites, la contamination de l'environnement, et des risques pour la santé et la sécurité.

Résistance

En raison du nombre décroissant des pesticides qui sont mis au point et homologués, ainsi que du nombre croissant des pesticides auxquels les parasites sont devenus résistants, les producteurs sont dans l'obligation de tirer le meilleur parti possible des pesticides efficaces encore disponibles. La meilleure parade contre le développement de la résistance consiste sans doute à utiliser les traitements chimiques en association avec les autres formes de lutte antiparasitaire.

Atteintes à l'environnement

Devant les préoccupations suscitées par la pollution de l'environnement et la contamination des nappes phréatiques, il est impératif de réduire l'utilisation des pesticides et d'en faire une utilisation plus raisonnée, en privilégiant ceux qui sont les moins néfastes pour l'environnement.

Dangers pour la santé et la sécurité

Pour protéger la santé des personnes qui manipulent les pesticides et pour éviter que les travailleurs des serres entrent en contact avec les résidus des pesticides, l'utilisation des pesticides demande à être rigoureusement réexaminée du point de vue de la sécurité du personnel pendant les traitements et de leur fréquence d'utilisation.

Dépistage

Des dépistages minutieux fournissent les données fiables indispensables à la bonne gestion du programme de lutte. Les pièges collants jaunes (plaquettes ou rubans) sont les moyens les plus couramment utilisés dans les serres pour dépister plusieurs espèces d'insectes volants. Ils se prêtent particulièrement bien au dépistage des aleurodes, des thrips, des mineuses, des mouches des terreaux et des pucerons ailés. Par ailleurs, les pièges collants de couleur bleue se sont révélés particulièrement attractifs pour les thrips des petits fruits. Cependant, si on a affaire à un large éventail d'insectes nuisibles, les pièges jaunes sont préférables.

Lorsqu'on utilise des plaquettes collantes, il faut en installer un nombre suffisant, soit une à raison de 100 à 200 m^2, et les renouveler avant qu'elles ne soient trop recouvertes d'insectes, pour pouvoir les dénombrer chaque semaine. Au printemps et en été, on devra probablement changer les plaquettes chaque semaine, au moment du dénombrement. En hiver, lorsque les populations d'insectes sont moins fortes, on peut réduire cette fréquence.

L'inspection visuelle de la culture est une autre excellente méthode de dépistage trop souvent négligée. Cette inspection est indispensable pour le dépistage des maladies ou des acariens, des pucerons non ailés ou des stades immatures des aleurodes et des mineuses. Il est conseillé de se fixer un programme d'échantillonnage régulier qui couvre bien toute la serre, y compris les aires d'entrée et les zones à risque. Là aussi, les relevés hebdomadaires s'imposent.

Pour dépister les maladies, il faut inspecter les feuilles chaque semaine et les racines (ou la base des plants s'il s'agit de légumes) toutes les 2 semaines. Il faut aussi mesurer le pH et la conductivité électrique du sol toutes les 2 semaines dans chacune des cultures. Une détection précoce facilite la maîtrise des maladies et des ravageurs sédentaires comme les pucerons et les acariens. Il suffit alors parfois d'une pulvérisation localisée pour enrayer le problème.

L'efficacité du dépistage repose sur la régularité des contrôles. Consigner sur un registre les résultats de chaque contrôle. Données à relever :

- date
- identification précise des insectes piégés
- section de la serre où était le piège
- nombre d'insectes piégés
- stade évolutif (adultes, pupes, etc.)
- maladies des cultures, constatées ou soupçonnées
- espèces et cultivars des cultures
- traitement (pesticide employé, taux, surface traitée, durée du traitement, etc.)

Lutte culturale

Hygiène

L'hygiène est la première composante de tout programme de lutte antiparasitaire. Une hygiène déficiente, qui n'élimine pas tous les points d'infection ou d'infestation, accroît les coûts du programme de lutte et diminue ses chances de réussite. Une bonne hygiène est nécessaire à toutes les étapes de la production, dans la serre et ses annexes (chaufferie, par exemple), ainsi qu'aux abords.

L'hygiène de la serre oblige à des efforts constants, toute l'année. **La propreté seule ne suffit pas pour enrayer les problèmes phytosanitaires, mais elle est la condition première de tout programme de lutte et doit faire partie intégrante de toutes les stratégies mises en oeuvre.** Les précautions suivantes sont importantes :

- Enlever les feuilles et les fleurs mortes et fanées. Dans les rosiers, la cueillette de toutes les fleurs (même celles qui ne sont pas vendables) et leur évacuation de la serre peuvent contribuer de beaucoup à lutter contre les thrips.

- Entasser les déchets de culture à bonne distance de la serre et en aval des vents dominants.

- De préférence, brûler les déchets si les règlements municipaux l'autorisent; sinon, les ensacher et les envoyer au dépotoir.

- Débarrasser la serre et ses abords de toutes les mauvaises herbes.

- Tenir propres les allées, les couches et les planches de culture de la serre.

- Examiner le matériel végétal qui arrive dans la serre, pour y déceler toute infestation parasitaire.

- Éviter d'hiverner des plants du potager ou de la maison dans la serre. Ceux-ci peuvent abriter des ravageurs qui envahiront alors précocement la culture suivante.

- Maintenir un bon drainage pour éviter les flaques et les surfaces mouillées propices à la prolifération des mouches des terreaux et des mouches des rivages, ainsi qu'à d'éventuelles infections propagées par l'eau.

Si la serre est vide entre les cultures (ce qui se produit surtout avec les légumes de serre, mais parfois aussi avec certaines cultures ornementales), un traitement par la chaleur éliminera efficacement les infestations. On vient à bout des insectes et des acariens nuisibles en maintenant la température au-delà de 40 °C et l'humidité en deça de 50 % pendant 3–4 jours. Ce procédé est simple à appliquer pendant les mois d'été puisqu'il suffit de fermer les prises d'air pour atteindre les températures souhaitées. **Remarque : Une forte chaleur peut déformer les tubulures en plastique.**

- Pour empêcher les organismes pathogènes d'envahir les structures vides, les tuyaux de chauffage, les allées, les banquettes ou le matériel, pulvériser un des produits suivants :

- une solution titrant 0,5–1 % d'hypochlorite de sodium (1 partie d'eau de Javel et 9 parties d'eau);

- du Floralife D.C.D., un composé d'ammonium quaternaire à double action fongicide et bactéricide;

- du Virkon, un désinfectant à action fongicide, bactéricide et virucide;

- du Chemprocide, un composé d'ammonium quaternaire à double action fongicide et bactéricide.

Réglage des paramètres d'ambiance

Les paramètres d'ambiance comme la lumière, la température, l'humidité, l'eau et les éléments nutritifs exercent une influence sur les plantes, mais aussi sur les insectes qui s'en nourrissent. Le réglage des facteurs d'ambiance dans un but de lutte antiparasitaire est une opération complexe à cause de ses effets simultanés sur la culture. Chaque situation est particulière et demande à être examinée soigneusement. Par exemple, l'humidité peut jouer un rôle important dans le développement des maladies et des insectes nuisibles.

- Les tétranyques préfèrent un milieu sec et chaud. Les brumisations qui élèvent l'hygrométrie peuvent aider à retarder leur développement.

- Durant les mois d'hiver, les thrips sont peu mobiles, peut-être plus à cause du manque de luminosité que de la baisse des températures. Tenir compte de ce comportement dans les programmes de dépistage. Pendant l'hiver, les plaquettes jaunes peuvent ne pas piéger beaucoup de thrips même si ceux-ci sont présents et se livrent activement à leurs déprédations.

- L'humidité de l'air agit directement sur le développement de maladies comme le blanc et les moisissures à *Botrytis*. La régulation de ce paramètre peut donc aider à limiter ces problèmes (voir le chapitre 7, *Principales maladies des cultures de serre*, page 77).

Cultivars résistants

De nombreuses espèces végétales ont, à l'égard des maladies et des ravageurs, une vulnérabilité qui varie selon le cultivar. L'amélioration génétique des cultures a mis à la disposition des producteurs des cultivars résistants à un ou plusieurs insectes ou maladies. Ainsi, les pourritures fusariennes du collet et des racines sont-elles rarement un problème pour les producteurs de tomates de serre, car il existe maintenant des cultivars résistants. De la même façon, on utilise de plus en plus des cultivars de concombre résistants au blanc. La sélection génétique axée sur la résistance aux parasites n'a pas encore été pleinement utilisée dans le domaine des cultures ornementales, mais elle ouvre la voie à des progrès en lutte antiparasitaire.

En attendant, les producteurs aux prises avec des problèmes phytosanitaires peuvent améliorer leur programme de lutte en faisant attention au choix des cultivars et à la façon dont ceux-ci sont affectés par les ennemis des cultures. Les producteurs peuvent également se servir des cultivars sensibles comme plantes sentinelles qui signalent la présence de ravageurs et de maladies. La pulvérisation localisée des cultivars sensibles attaqués par des insectes nuisibles ou des maladies est un moyen de lutte très efficace ainsi qu'un moyen de réduire la quantité de pesticides utilisés. Bien que le choix des cultivars soit surtout dicté par les exigences du marché que l'on dessert, le producteur peut quand même cesser ou réduire la production d'un cultivar vulnérable au profit d'un autre plus résistant.

Méthodes de pasteurisation du sol et des substrats

Les substrats des serres et les sols des champs contiennent des graines de mauvaises herbes, des insectes, des bactéries et des champignons qui peuvent nuire aux plantes à cultiver. La même chose est vraie pour les substrats/terreaux et leurs composants, à moins qu'ils ne soient garantis stérilisés ou pasteurisés par le fabricant. Il faut pasteuriser les terreaux et substrats pour éliminer ces organismes nuisibles. Idéalement, ce traitement doit épargner les organismes utiles.

Vapeur

La pasteurisation fait le plus souvent appel à la vapeur comme source de chaleur. La vapeur s'emploie de différentes façons, selon le type de culture.

- Pour pasteuriser un terreau pour plantules de légumes ou plantes à empoter, le moyen le plus efficace consiste à l'entasser dans une remorque ou une vieille caisse de camion et d'injecter la vapeur par le fond.

- Quand le terreau est refroidi, le transporter jusqu'à l'endroit où il servira.

En production de fleurs coupées ou de légumes, deux techniques de pasteurisation à la vapeur s'utilisent :

- Si les planches de culture sont drainées par des drains agricoles (haut du tuyau à 40 cm en-dessous de la surface du sol, en lignes espacées de 60 cm de centre à centre), la solution est très simple : la vapeur est injectée dans les drains; le sol est alors très efficacement pasteurisé sur les côtés et au-dessus des drains.

- S'il n'y a pas de drains, poser une bâche sur les planches de culture à traiter et injecter la vapeur directement sous la bâche avec un boyau en toile ou avec un tuyau de drainage en plastique souple perforé pour une répartition uniforme de la chaleur. Le sol doit être bien meuble afin d'assurer une pénétration rapide et uniforme de la vapeur désinfectante. Le sol doit être exempt de mottes et de débris de culture non décomposés.

Quand on utilise la laine de roche, le temps nécessaire au traitement à la vapeur dépend du degré d'humidité de ce substrat et de la température utilisée. À 90 °C, un traitement à la vapeur d'une durée de 30 minutes devrait suffire. En règle générale, plus le substrat est humide, plus le traitement doit être long. Pour cette raison, le substrat doit être le plus sec possible avant le traitement à la vapeur. La laine de roche sortie des sacs de polyéthylène et empilée sur des palettes peut être stérilisée à la vapeur en 2 heures. Si la laine de roche est enveloppée dans du polyéthylène, le traitement à la vapeur doit durer 5 heures. Ne pas empiler la laine de roche sur plus de 1,5 m de hauteur. Pour stabiliser la pile, placer chaque rangée de plaques à angle droit par rapport à la rangée du dessous. De plus, laisser un espace de 2,5 cm entre chaque plaque pour laisser passer la vapeur.

Rapport durée-température pour détruire les organismes indésirables

Le tableau ci-dessous indique le rapport temps-température nécessaire pour détruire les organismes indésirables. Il montre qu'on peut éliminer la plupart des organismes nuisibles à la température idéale de 60 °C pendant 30 minutes.

Mauvaises herbes (la plupart)	70–80 °C pendant 15 min
Insectes et acariens (tétranyques)	60–71 °C pendant 20 min
Bactéries (la plupart)	60 °C pendant 10 min
Fusarium	57 °C pendant 30 min
Botrytis	55 °C pendant 15 min
Nématodes	55 °C pendant 30 min
Rhizoctonia	52 °C pendant 30 min
Sclerotinia	50 °C pendant 5 min
Pythium	46 °C pendant 40 min

À partir de 82 °C, le traitement commence à détruire également les organismes utiles du sol. Un sol porté à une température trop élevée pendant trop longtemps devient stérile et plus vulnérable aux infections qu'auparavant, simplement parce que tous les organismes utiles ont été détruits. Un chauffage excessif a de nombreux autres effets néfastes :

- dégagement excessif d'ammoniac
- concentration toxique de manganèse
- élévation de la teneur totale en sels
- destruction de la matière organique.

Vapeur aérée

L'emploi de la vapeur aérée se généralise aujourd'hui. Cette méthode consiste à mélanger de la vapeur vive et de l'air dans une enceinte et à utiliser ce mélange (à 70 °C) pour pasteuriser le sol. Comme la température de ce mélange est moins élevée, on peut pasteuriser le sol tout en évitant les risques d'un chauffage excessif. À moins de problèmes particuliers, une température de 70 °C dans le sol élimine la plupart des insectes et des organismes pathogènes.

Pasteurisateurs électriques

Les pasteurisateurs électriques conviennent pour de petits volumes de substrat ou de sol, quand aucune autre méthode n'est disponible. **Attention, ils peuvent facilement « cuire » le terreau.** En effet, pour que le terreau situé entre les ailettes atteigne la température de 82 °C, il faut que les ailettes soient à une température plus élevée.

Fumigants chimiques

Certains fumigants (Basamid, bromure de méthyle, Telone, Vapam et Vorlex) peuvent aussi être utilisés pour pasteuriser les terreaux d'empotage ou les planches de culture dans les serres. Chacun de ces produits s'applique selon une dose spécifique et agit de façon spécifique contre les insectes terricoles, les maladies, les nématodes et les mauvaises herbes. **Il faut savoir que certaines formulations sont moins efficaces que d'autres contre certains ennemis des cultures en particulier — toujours lire l'étiquette du produit.** Protéger les cultures dans les planches voisines contre une exposition accidentelle aux émanations toxiques.

Les formulations qui figurent au tableau 3–1, *Fumigants chimiques pour traitement du sol,* sont efficaces pour le traitement en présemis ou préplantation des planches de culture à base de terre. Les quantités indiquées permettent de traiter 100 m^2 :

TABLEAU 3–1. Fumigants chimiques pour traitement du sol

Contre les nématodes seulement	
Telone IIB	2,0 L
Telone C-17	2,0 L
Vorlex Plus	2,5 L
Contre les nématodes, les champignons, les insectes et certaines bactéries	
Basamid (granulés)	3,25–5 kg, incorporé sur une profondeur de 15–23 cm
Vapam (liquide)	10 L
Vorlex Plus (liquide)	6 L
Bromure de méthyle/chloropicrine	Cannettes pressurisées 98 % / 2 % : 7,5–10 kg Injectable 68 % / 31, 8 % : 2,5–3,65 kg

Remarques sur le bromure de méthyle

Il faut posséder un permis spécial pour utiliser le bromure de méthyle. Le bromure résiduel qui persiste dans le sol après le traitement peut réduire la germination et la croissance des plantes suivantes : sauge, oeillet, agératum, alyssum, antirrhinum, aster, souci, célosie, chrysanthème, cléome, coléus, coréopsis, dahlia, digitale, godétie, immortelle, ibéride, lobélie, matricaire, myosotis, némésia, nierembergie, pourpier, salpiglossis, verveine, pensée et pervenche.

Ne pas traiter au bromure de méthyle un sol où l'on va semer de la laitue ou d'autres légumes-feuilles.

Méthodes de lutte contre les mauvaises herbes

La lutte contre les mauvaises herbes à l'extérieur et à l'intérieur de la serre est une des facettes importantes de tout programme de lutte antiparasitaire. Les mauvaises herbes peuvent servir de refuge pour les insectes nuisibles et de réservoir pour les organismes pathogènes. L'entretien assidu d'une lisière de gazon d'une largeur de 5 m autour des serres et entre elles diminuera les risques d'invasion d'insectes et de maladies provenant de l'extérieur. On a constaté que la fétuque est la graminée que les thrips des petits fruits aiment le moins. Cette information peut être utile quand vient le temps de décider des espèces à gazon à semer autour des serres.

L'application d'herbicides, le binage et le désherbage manuel demeurent toujours les méthodes les plus pratiques pour se débarrasser des mauvaises herbes dans les serres et aux alentours. Cependant, il y a d'autres méthodes dont certaines peuvent être moins exigeantes en main-d'œuvre.

Vapeur

Comme il a été dit plus haut, la pasteurisation du sol à la vapeur éliminera les mauvaises herbes et la plupart des graines de mauvaises herbes si la température du sol peut être maintenue entre 70 et 80 °C pendant 15 minutes. Par contre, les graines se trouvant à la surface du sol, où la température est plus basse, et les graines à tégument résistant sont parfois capables de survivre.

Fumigation du sol

Le métam-sodium (Vapam), le dazomet (Basamid) et l'isothiocyanate de méthyle (Vorlex) se dégradent dans le sol pour produire un gaz qui détruit beaucoup de graines de mauvaises herbes ainsi que les nématodes et les champignons responsables de la fonte des semis et d'autres maladies des plantes. Ces produits sont donc utiles pour traiter des planches de culture et des terreaux d'empotage.

Le bromure de méthyle est également efficace contre herbicide et comme stérilisant du sol. C'est un produit liquide qui, dès l'ouverture du récipient, s'échappe sous forme de gaz toxique. Seules les personnes qui ont obtenu le permis réglementaire peuvent utiliser le bromure de méthyle, par injection dans le sol sous membrane étanche, habituellement une bâche en plastique.

Herbicides

La publication 75F du MAAO, *Guide de lutte contre les mauvaises herbes*, présente des renseignements sur les herbicides homologués en Ontario. Les traitements mentionnés dans cette publication font l'objet de multiples essais en plein champ et d'observations en conditions réelles. Les herbicides peuvent être particulièrement utiles dans la lutte contre les mauvaises herbes à l'extérieur de la serre, mais il faut souligner qu'aucun herbicide n'est homologué pour usage à l'intérieur des serres.

Les herbicides risquent par ailleurs d'endommager les cultures s'ils sont employés imprudemment. Il faut toujours arrêter les ventilateurs pendant l'application d'un herbicide pour éviter qu'il ne soit aspiré à l'intérieur de la serre. On peut se procurer un exemplaire de la publication 75F, *Guide de lutte contre les mauvaises herbes*, auprès d'un centre de ressources agricoles du MAAO ou d'un centre d'information du gouvernement. Respecter à la lettre le mode d'emploi du produit, les mesures de sécurité, les recommandations concernant le réglage, l'entretien et l'utilisation des pulvérisateurs.

Lorsque des résidus indésirables de pesticide persistent dans le sol, une application de charbon activé peut réduire le problème. La dose à laquelle on applique le charbon varie en fonction du type de contaminant chimique et de sa concentration. Elle est habituellement comprise entre 0,5 et 1,5 kg/100 m^2.

Lutte physique

Moustiquaires et filets anti-insectes

Sous les climats plus doux où les insectes sont présents à l'extérieur à longueur d'année, les moustiquaires ou filets anti-insectes font partie intégrante des programmes de LI. Quoiqu'ils soient moins courants dans les serres sous nos latitudes, leur intérêt est de plus en plus reconnu et leur utilisation se répand.

Les moustiquaires réduisent considérablement l'invasion de la serre par les insectes nuisibles communs comme les thrips, les pucerons et les aleurodes. Elles sont également utiles contre des parasites moins communs comme les punaises ternes et les pyrales du maïs, qui peuvent occasionner beaucoup de dégâts dans les serres pratiquant l'usage réduit des pesticides (p. ex. dans les programmes de lutte biologique). Les avantages des moustiquaires ont été démontrés en Israël et en Californie. En Ontario, les producteurs qui en ont installé ont noté une réduction des niveaux d'infestation et de l'utilisation de pesticides, et un accroissement de l'efficacité des mesures de lutte antiparasitaire (surtout la lutte biologique).

Avant d'installer des moustiquaires, le producteur doit déterminer quels sont les insectes contre lesquels il doit protéger

ses cultures, car la taille des insectes visés déterminera la grosseur des mailles du matériau utilisé pour confectionner la moustiquaire. Un matériau à grosses mailles comme celui que l'on trouve aux fenêtres des maisons laissera passer la plupart des insectes qui causent le plus de dégâts dans les cultures de serres. Il peut cependant barrer le passage à des parasites occasionnels relativement gros comme les punaises ternes et les papillons (noctuelles). Pour exclure totalement de la serre les insectes plus petits, comme les thrips, il faut utiliser un filet anti-insectes à mailles très fines. Quand on doit lutter contre plusieurs espèces d'insectes, on choisit la grosseur de maille qui permet d'arrêter le plus petit d'entre eux.

Les moustiquaires ont pour principal inconvénient de réduire la circulation de l'air. La diminution du débit d'air entrant peut élever la température dans la serre et, si celle-ci est ventilée mécaniquement, elle oblige les ventilateurs à travailler à un régime plus élevé pour aspirer la même quantité d'air à travers les prises d'air partiellement bouchées par une moustiquaire. Il est légitime de se préoccuper de la réduction de la ventilation, mais on peut l'éviter en augmentant la superficie des ouvertures. Dans bien des cas, il suffit d'installer autour des prises d'air un châssis de plus grande section sur lequel on tendra la moustiquaire. Le but est de faire en sorte que la superficie finale des ouvertures permette un échange d'air suffisant pour assurer le refroidissement voulu de la serre. Il existe plusieurs méthodes pour déterminer de combien il faut augmenter la superficie des prises d'air pour maintenir le même niveau d'aération dans une serre donnée. Les principaux facteurs dont il faut tenir compte sont la grosseur de mailles, la capacité des ventilateurs et la pression statique différentielle (la différence entre la pression de l'air à l'intérieur et à l'extérieur de la serre lorsque les ventilateurs sont en marche). Ces calculs sont souvent compliqués et bien qu'il existe des logiciels qui en facilitent l'exécution, il est généralement préférable de laisser le soin aux fabricants de moustiquaires le soin de les faire.

Les moustiquaires ou les filets sont rapidement obstrués par la poussière et les débris, surtout l'été. La réduction du débit d'air qui en résulte peut élever fortement la température dans la serre. Il est donc important de les nettoyer périodiquement. Il est également important, au moment où l'on conçoit les moustiquaires et les filets, de s'assurer qu'on y aura facilement accès pour les nettoyer. On doit pouvoir les laver de l'intérieur avec un jet d'eau sous pression. **Ne pas faire ce travail quand les ventilateurs sont en marche, parce que l'eau bouchera les mailles et empêchera complètement l'air de passer, ce qui risque d'élever dangereusement la chaleur dans la serre.**

L'efficacité des moustiquaires dépend de leur capacité à empêcher les insectes ailés d'entrer. Il faut donc réparer le plus rapidement possible les déchirures et les perforations. On peut réparer les petites déchirures en collant tout simplement par-dessus un morceau du même matériau.

Le coût de la pose des moustiquaires dépend de plusieurs facteurs : la forme finale des surfaces à recouvrir d'une moustiquaire; l'augmentation de la superficie des prises d'air qui est nécessaire pour maintenir un taux suffisant de ventilation; le coût du matériau; l'emplacement des prises d'air; la fréquence de remplacement; la fréquence des nettoyages, etc. La plus grande variable est la différence de coût entre l'installation de moustiquaires dans une serre à ventilation mécanique (ventilateurs) avec prises d'air latérales et dans une serre à ventilation statique avec prises d'air dans le toit. Néanmoins, les producteurs qui ont installé des moustiquaires sur des prises d'air latérales dans des serres à ventilation mécanique disent être rapidement rentrés dans leurs frais grâce à la réduction des coûts en pesticides et à la plus grande efficacité des mesures antiparasitaires.

Pour de plus amples détails, voir la fiche technique du MAAO intitulée *Pose de moustiquaires pour exclure les insectes des serres*, commande n° 00-022.

Autres mesures de lutte physique

L'emploi de rubans collants jaunes (qui attrapent les insectes de la même façon que les plaquettes collantes servant au dépistage) est une autre méthode de lutte physique contre les insectes ailés. Placés le long des banquettes ou des couches ou suspendus au-dessus de la culture, les rubans peuvent jouer un rôle complémentaire important lorsqu'ils sont utilisés avec d'autres moyens de lutte.

Lutte biologique

La lutte biologique consiste à utiliser des organismes vivants tels qu'insectes, acariens, nématodes, champignons et bactéries pour combattre les ennemis des cultures (insectes, acariens, maladies). Elle ne se pratique pas de la même façon selon que l'on cultive des légumes ou des fleurs. La lutte biologique est maintenant largement utilisée dans les cultures de légumes de serre, mais commence seulement à être adoptée en floriculture.

La lutte biologique ne se réduit pas à lâcher des parasites ou des prédateurs dans la serre. Pour qu'elle fonctionne, il est important d'en planifier les étapes au moins plusieurs mois à l'avance. En voici les grandes étapes :

1. Établir la liste des ressources sur lesquelles s'appuyer pour élaborer le programme (fabricants ou fournisseurs d'auxiliaires de lutte biologique, autres producteurs, spécialistes en vulgarisation, chercheurs, consultants). Participer à des cours, à des séminaires, à des ateliers, lire des magazines et des bulletins, naviguer sur Internet pour glaner le plus d'information possible sur la lutte biologique. Déterminer quels sont les insectes nuisibles à combattre et quels sont leurs ennemis naturels les plus efficaces.

2. Commencer à appliquer le programme, si possible, dans une section restreinte et isolée de la serre pour pouvoir y exercer une surveillance étroite et voir comment les agents de lutte biologique évoluent. On évite en outre l'inquiétude de voir le sort de toute la production dépendre de l'efficacité d'un agent utilisé pour la première fois. Les années suivantes, l'utilisation des agents de lutte biologique pourra être étendue à d'autres sections de l'exploitation.

3. Si possible, fermer par des moustiquaires la section de la serre où les essais ont lieu. Il est impossible de prévoir, d'après ce qui se produit d'une année à l'autre, si des insectes nuisibles vont envahir la serre. Certaines invasions peuvent être si fortes que les ennemis naturels utilisés dans le programme de lutte biologique n'en viendront pas à bout. Avec la pose de moustiquaires, il n'y a lieu de se soucier que des insectes qui se trouvent dans la serre (voir *Moustiquaires et filets anti-insectes*, page 43).

4. Mettre tous les employés au courant du programme de lutte biologique et des raisons pour lesquelles on l'applique. Comme ils passent leur journée dans la serre à vaquer aux travaux courants, ils peuvent, s'ils sont formés, diagnostiquer des problèmes très rapidement.

5. Bien des pesticides homologués peuvent avoir un effet rémanent à long terme (2–3 mois) qui est nocif pour les ennemis naturels. Consulter le registre des traitements des derniers mois. Si des pesticides persistants ont été utilisés, attendre que leur effet se soit dissipé avant de lancer le programme. Durant ce temps d'attente, utiliser s'il le faut des produits moins persistants pour lutter contre les insectes nuisibles et les maladies. Les effets d'un grand nombre de pesticides sont indiqués dans le tableau 3–3, *Effets signalés des fongicides homologués sur les auxiliaires de lutte biologique*, page 48 et dans le tableau 3–4, *Effets signalés des insecticides/acaricides homologués sur les auxiliaires de lutte biologique*, page 49. On peut aussi se renseigner chez un fournisseur d'auxiliaires de lutte biologique.

6. Apprendre, en s'informant auprès du fournisseur, à vérifier que les agents de lutte biologique, à leur livraison, sont bien vivants et bien portants. La qualité des ennemis naturels produits par les principaux insectariums est excellente, mais des problèmes peuvent survenir en cours de transport. Il est important de signaler les problèmes de qualité aux fournisseurs, afin qu'ils en découvrent les causes et y remédient.

7. Suivre les directives du fournisseur concernant l'entreposage des ennemis naturels et les conditions de leur lâcher. La plupart ne peuvent être conservés que pendant un court laps de temps, dans des conditions relativement précises.

8. Surveiller les populations d'ennemis naturels et le déroulement du programme. Cette surveillance est tout aussi importante que celle des populations des ravageurs visés.

   - Employer des plaquettes collantes pour surveiller les insectes ailés, notamment les guêpes parasites; savoir que certaines espèces utiles (par exemple *Eretmocerus*) sont très attirées par le jaune et que l'installation d'un grand nombre de plaquettes risque donc de les décimer.

   - Surveiller les effets de l'ennemi naturel sur le ravageur; ce qui est chose facile dans le cas, p. ex., du parasitisme de l'aleurode par *Encarsia* ou du parasitisme des pucerons par la guêpe *Aphidius*.

   - Faire une inspection visuelle de la culture afin de repérer les ennemis naturels, tels les acariens prédateurs, qui ne volent pas. Inspecter la culture, surtout aux endroits où les ravageurs se concentrent.

   - Faire une surveillance périodique des ravageurs à combattre pour voir si leurs populations sont en baisse.

9. Recourir, s'il le faut, à des pesticides compatibles avec le programme biologique. Se renseigner sur les produits qui conviennent, avant de commencer le programme, afin d'être prêt en cas de besoin. Voir les tableaux qui suivent ou consulter les listes diffusées par les fournisseurs.

10. Être patient. Il faut une certaine expérience pour comprendre le fonctionnement d'un système de lutte biologique. Demander à un confrère qui a l'expérience de la LI de venir voir si le programme fonctionne comme prévu.

On trouve sur le marché des auxiliaires de lutte, élevés commercialement, qui agissent contre les principaux insectes et acariens nuisibles qu'on rencontre dans les serres. Il n'en existe toutefois pas encore contre les organismes pathogènes. Pour plus de détails sur la mise en œuvre des méthodes de lutte biologique ou sur les parasites ou les prédateurs distribués dans le commerce, consulter un spécialiste de la LI dans les cultures de serre ou un spécialiste des cultures du MAAO, ou un consultant du secteur privé.

Lutte chimique

Comme les pesticides sont appelés à demeurer importants dans les programmes de lutte dans les serres, leur utilisation doit être surveillée étroitement. Pour les raisons évoquées plus haut, il est indispensable d'utiliser de façon réfléchie les pesticides qui sont encore disponibles.

Résistance

L'utilisation abusive ou trop fréquente d'un pesticide peut faire apparaître une résistance chez les ravageurs. Les producteurs ne doivent plus compter uniquement sur l'industrie des pesticides et les dernières découvertes de la chimie. Les formulations nouvellement homologuées présentent des avantages à court terme, mais leur utilisation irraisonnée peut créer des problèmes de résistance à long terme qui dépasseront de beaucoup ces avantages.

La résistance est le résultat de l'adaptation d'une population à une dose de pesticide qui est normalement létale pour la majorité de ses individus. C'est un caractère héréditaire, qui se transmet donc à la descendance. La résistance à un pesticide n'est pas un phénomène qui se développe chez un individu à un moment de son cycle biologique; c'est un caractère pré-existant chez un très faible pourcentage d'individus de la population (trop faible pour pouvoir être mesuré ou observé). À chaque génération, ce faible pourcentage d'individus résistants s'accroît très rapidement puisqu'ils survivent aux épandages du pesticide et se multiplient tandis que les individus sensibles disparaissent.

L'utilisation de pesticides dans un programme de lutte biologique oblige à beaucoup de précautions, car la plupart des pesticides sont toxiques pour les insectes utiles. Un seul traitement avec un pesticide nocif pour les insectes utiles peut empêcher le producteur de recourir à ces derniers pendant un bon moment.

TABLEAU 3–2. Auxiliaires de lutte contre les principaux ravageurs des cultures abritées

Ravageur	Agent de lutte biologique
Aleurodes (*Trialeurodes vaporariorum* **ou** *Bemisia argentifolii*)	*Encarsia formosa* [1] *Eretmocerus eremicus* [1] *Delphastus pusillus* [1] *Dicyphus hesperus* [2]
Tétranyque (*Tetranychus urticae*)	*Phytoseiulus persimilis* [2] *Amblyseius fallacis* [2] *Amblyseius californicus* [2] *Feltiella acarisuga* [2] *Stethorus punctillum* [2]
Thrips des petits fruits (*Frankliniella occidentalis*)	*Amblyseius* spp. [2] *Orius* spp. [2] *Hypoaspis* sp. [2] *Atheta coriaria* [2] Nématodes – *Steinernema feltiae*
Pucerons : diverses espèces, surtout le puceron vert du pêcher (*Myzus persicae*) ou le puceron du melon (*Aphis gossypii*)	*Aphidius* spp. [1] *Aphidoletes aphidimyza* [2] Coccinelles (*Harmonia* et *Hippodamia*) [2] Chrysopes [2]
Mouches des terreaux (*Bradysia* et *Corynoptera* spp.)	*Hypoaspi* [2] Nématodes — *Steinernema* sp. *Atheta coriaria* [2]
Mineuse (*Liriomyza trifolii*)	*Diglyphus* sp. [1] *Dacnusa* sp. [1]

[1] Parasite : Accomplit habituellement tout son cycle évolutif aux dépens d'un seul hôte à la surface ou à l'intérieur duquel il vit.

[2] Prédateur : S'empare de sa proie (un ravageur) pour s'en nourrir, mais en dehors de cela, sa vie est indépendante du ravageur. Pour parvenir à maturité, il devra dévorer plusieurs proies.

Les programmes de gestion de la résistance aux pesticides visent à réduire la pression que les pesticides exercent sur les populations. On peut réduire l'emploi des pesticides en diversifiant les méthodes de lutte en vue. Il existe un certain nombre de moyens pour y parvenir, qui s'inspirent de la lutte intégrée. Les producteurs qui mettent en place des programmes de lutte intégrée, qui utilisent les bonnes techniques de dépistage, et qui appliquent les bons procédés culturaux et les bonnes méthodes de lutte biologique et physique pratiquent, de ce fait même, la gestion de la résistance.

Il faut savoir que lorsqu'un programme de LI inclut des pesticides, la résistance se développe plus vite si on utilise pendant trop longtemps des pesticides appartenant à la même famille chimique (p. ex. organophosphorés, pyréthrines et carbamates). Pour ralentir le développement d'une résistance, alterner les familles chimiques à intervalle de quelques semaines ou à l'intervalle correspondant à la durée d'une génération de l'insecte combattu (voir au

chapitre 8, *Activité et toxicité des pesticides*, page 91, pour connaître la toxicité par famille de produits).

Pour éviter que les nouveaux produits perdent de leur efficacité dès la première ou la deuxième année suivant l'homologation, tous les producteurs se doivent d'en faire un usage consciencieux.

Efficacité des traitements

La principale cause de l'échec d'un traitement n'est pas la résistance. Il y a un certain nombre de précautions à prendre pour augmenter l'efficacité d'une application de pesticides :

- Calculer et mesurer soigneusement les doses.

- Faire en sorte que le produit chimique atteigne de façon homogène toutes les parties du végétal ou de la zone à traiter. Cette condition est essentielle. Des correctifs simples améliorent de beaucoup la qualité du traitement : p. ex. avancer plus lentement pendant la pulvérisation ou pulvériser en passant dans chaque allée au lieu d'une allée sur deux.

- Toujours maintenir le matériel de pulvérisation en bon état et remplacer les buses à intervalles réguliers. Une fois usées, les buses ne produisent plus le même jet ni la même grosseur de gouttelettes.

- Diversifier les méthodes d'application. Les méthodes de pulvérisation à haut volume, à bas volume et électrostatique ont toutes une place dans la serre, selon l'objectif poursuivi.

- Faire les traitements au moment le plus propice et bien les cibler sont sans doute ce qu'il y a de plus sûr pour accroître l'efficacité des pulvérisations. Dans ce but, il faut appliquer un programme de LI qui donne les renseignements nécessaires pour décider s'il est utile de traiter, et si oui, quand, où et pourquoi. On peut alors traiter uniquement les zones qui en ont le plus besoin (pulvérisations localisées), au moment où le pesticide aura un maximum d'efficacité parce qu'il atteint le ravageur à son stade le plus vulnérable.

- Savoir que l'efficacité d'un pesticide peut varier (parfois considérablement) d'une serre à l'autre en raison de facteurs tels que la fréquence d'utilisation du même produit, le mode d'application utilisé, l'époque d'intervention et la qualité de l'eau. Le pH de l'eau doit se situer à 5,5–6,0; à un pH > 7, le pesticide peut se dégrader rapidement.

Traitement administré par arrosage du sol

L'arrosage abondant du sol (bassinage) avec de l'eau additionnée de pesticide ne remplace pas un bon programme de pasteurisation du sol. Il permet de prévenir une réinfection ou d'éliminer les éléments pathogènes présents dans le sol ou dans les parties basales des plantes. Seul un programme de dépistage reposant sur l'inspection visuelle des racines permettra de protéger la culture contre les maladies des racines et les ravageurs terricoles comme les mouches des terreaux.

Certains pesticides appliqués par arrosage du sol sont absorbés par les racines des plantes. Le traitement est dit systémique dans ce cas parce qu'il protège tous les organes de la plante contre les ravageurs. En général, on arrose le sol à raison de 12 L par m^2 de superficie de banquettes ou à raison de 150–180 mL par pot de 15 cm. Suivre soigneusement les directives du fabricant.

Compatibilité des pesticides

- Les pesticides recommandés dans cette publication sont conçus pour être appliqués seuls sur des cultures.

- Avant de mélanger des pesticides, lire soigneusement l'étiquette pour tout renseignement sur la compatibilité et consulter le fournisseur à ce sujet.

- Éviter de mélanger des formulations EC.

- Il ne faut jamais mélanger des herbicides avec des insecticides ou des fongicides; les appliquer avec des appareils servant uniquement à épandre les herbicides.

TABLEAU 3–3. Effets signalés des fongicides homologués sur les auxiliaires de lutte biologique [1, 2, 3]

Fongicides	*Encarsia formosa* et *Aphidius*	*Phytoseiulus persimilis*	*Amblyseius cucumeris* et *Hypoaspis*	*Aphidoletes aphidimyza*	*Orius* spp.
Aliette	—	S	S	I	—
Botran	S	S	S	S	S
Captan/Maestro	S	S	S	S	S
Daconil	S	S	I	S	S
Decree	—	—	—	—	—
Folpet	S	S	S	—	S
Meltatox	S	S	—	—	—
Mycostop	S	S	S	S	S
Nova	S	S	S	—	S
Phyton 27	S	S	S	S	S
Quintozene	—	—	—	—	—
Rootshield	S	S	S	S	S
Rovral	S	S	S	S	S
Senator	S	N (14–21)	N (14–21)	S	S
Subdue	I	I	I	S	—
Truban	S	S	S	S	—

[1] Les nombres entre parenthèses expriment, en jours, la toxicité résiduelle du produit pour les auxiliaires de lutte. S = sans danger; N = nocif; I = intermédiaire; — = aucune donnée n'étant disponible, il faut supposer que **le produit est toxique jusqu'à preuve du contraire**.

[2] Ce tableau ne fournit qu'une indication des effets possibles de ces pesticides sur les auxiliaires de lutte. **La toxicité peut varier en fonction des conditions de culture**.

[3] Ce tableau a été élaboré à partir de l'information fournie par *Applied Bionomics Ltd.* et *Koppert Biological Systems*. Lorsque la toxicité résiduelle varie d'une source d'information à l'autre, nous donnons la valeur la plus conservatrice ou nous l'indiquons par une fourchette de valeurs.

TABLEAU 3–4. Effets signalés des insecticides/acaricides sur les auxiliaires de lutte biologique [1, 2, 3]

Insecticides	*Encarsia formosa* et *Aphidius*	*Phytoseiulus persimilis*	*Amblyseius cucumeris* et *Hypoaspis*	*Aphidoletes aphidimyza*	*Orius* spp.
Citation	S	S	S	S	S
Confirm	—	I	—	—	—
DDVP/Sanex Vapo	N (7)	N (3)	N (3)	N (3)	N (7)
Decis	N (56–84)	N (56–84)	N (56–84)	N (56–84)	N (56–84)
Dibrom	N (7)	N (3)	N (3)	N (7)	N (3)
Dimilin	S	S	S	S	N
Dipel	N (3)	S	S	I	S
Dyno-Mite	N (3—4)	I	N (0)	—	—
Endeavor	I (3-4)	I	S	—	S
Enstar II	I	S	S	—	—
Huile (minérale raffinée)	N (0)	N (0)	N (0)	N (0)	N
Intercept	S	S	S	S	N (28–42)
Kelthane	N (14)	N (14)	N (30)	N (4)	I
Malathion	N (56–84)	N (7–14)	N (56–84)	N (70)	N
Nicotine (F)	I (3)	I	N (1)	N (1)	I
Orthene	N (56–84)	N (21–28)	N (56–84)	N (56–84)	N
Pounce	N (56–84)	N (56–84)	N (56–84)	N (56–84)	N (56–84)
Pirliss	I (3–4)	I (3–4)	I (3–4)	N (7)	S
Savon insecticide	N (0)	N (0)	N (0)	N (0)	N (0)
Thiodan	N (56–84)	N (4–14)	N (42–70)	N (56–84)	N
Trumpet	N (21)	N (21)	N (21)	N (21)	N
Vectobac	S	S	S	S	S

[1] Les nombres entre parenthèses expriment, en jours, la toxicité résiduelle du produit pour les auxiliaires de lutte. S = sans danger; N = nocif; I = intermédiaire; — = aucune donnée n'étant disponible, il faut considérer **que le produit est toxique jusqu'à preuve du contraire**.

[2] Ce tableau ne fournit qu'une indication des effets possibles de ces pesticides sur les auxiliaires de lutte. **La toxicité peut varier en fonction des conditions de culture.**

[3] Ce tableau a été élaboré à partir de l'information fournie par *Applied Bionomics Ltd.* et *Koppert Biological Systems*. Lorsque la toxicité résiduelle varie d'une source d'information à l'autre, nous donnons la valeur la plus conservatrice ou nous l'indiquons par une fourchette de valeurs.

4. Principaux insectes et acariens nuisibles

Thrips

Description et cycle biologique

Les thrips sont de petits insectes minces et agiles, d'environ 1,5 à 2 mm de long à pleine maturité. Les adultes varient en couleur du brun foncé ou noir au jaune ou orangé, alors que les jeunes thrips sont généralement blancs ou jaunes avec des yeux rouges. On retrouve plusieurs espèces de thrips dans les serres, y compris le thrips des fleurs, le thrips de l'oignon et le thrips des petits fruits (TPF).

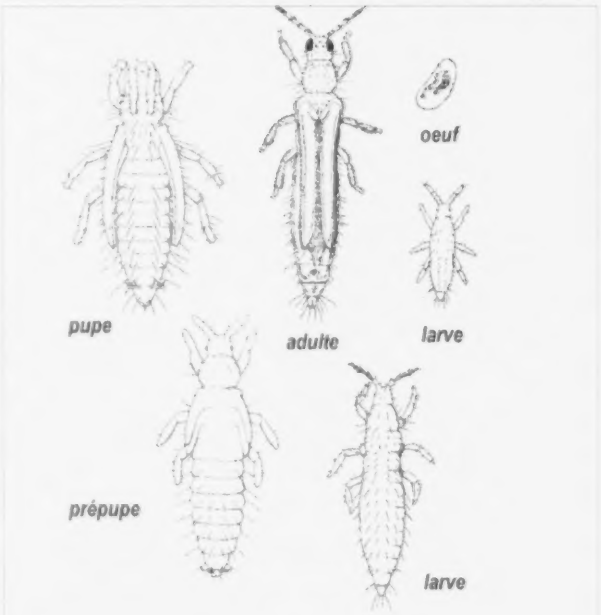
Le cycle biologique de tous les thrips est semblable. La femelle adulte pond de petits œufs blancs à l'intérieur du parenchyme. Les œufs éclosent en 5–7 jours pour donner naissance à des nymphes blanches qui s'alimenteront des feuilles et des pétales. Les thrips passent par deux stades nymphaux, une prépupaison et une courte pupaison (sur le sol ou la plante) avant de devenir adultes. Les adultes peuvent vivre jusqu'à 7 semaines. Une nouvelle génération peut être produite tous les 20–35 jours, en fonction de la température.

Dommages

- Les pièces buccales sont du type piqueur-suceur. Elles causent l'apparition de stries blanches sur les feuilles ou de taches translucides sur les pétales de fleurs. Leurs ravages sont caractérisés par l'accumulation de matières fécales minuscules et noires à la surface des feuilles. La femelle adulte peut aussi nuire à la qualité des fruits, par exemple des tomates, en y introduisant ses œufs. Aux endroits où se trouvent les œufs apparaissent des petites zones décolorées, ce qui cause un mûrissement inégal du fruit.

- Cet insecte est apte à développer rapidement une résistance aux pesticides et à transmettre le virus de la tache nécrotique de l'impatiente (INSV) ou celui de la maladie bronzée de la tomate (TMSV), lesquels peuvent avoir un effet dévastateur sur un bon nombre de cultures serricoles principales. Un diagnostic sûr est essentiel, car ces virus possèdent une gamme d'hôtes étendue chez qui les symptômes de l'infection virale varient énormément. La lutte contre la tache nécrotique de l'impatiente et la maladie bronzée de la tomate est difficile. Elle passe par la maîtrise des populations de thrips, l'élimination des plants infectés, et un bon désherbage à l'intérieur et à l'extérieur de la serre. L'utilisation de plantes indicatrices comme le pétunia ou la féverole à petits grains peut permettre de détecter tôt la présence du INSV ou du TMSV.

FIGURE 4–1. Thrips des petits fruits



Stratégies de lutte

- La lutte doit reposer sur des dépistages réguliers avec plaquettes encollées jaunes ou bleues (les deux couleurs étant très attirantes pour les TPF) et sur l'inspection régulière des plantes.

- On peut détecter tous les stades évolutifs (sauf celui de l'œuf) en tapotant les boutons ou les fleurs au-dessus d'une feuille de papier blanc et en inspectant ce qui s'y dépose.

Lutte biologique

- On peut se procurer sur le marché quatre agents de lutte biologique efficaces contre les thrips : les acariens prédateurs *Amblyseius cucumeris, Amblyseius degenerans,* et *Hypoaspis*, et la punaise anthocoride prédatrice, *Orius insidiosus.*

- L'idéal est d'utiliser plusieurs de ces agents. Pour accroître l'efficacité, introduire les prédateurs lorsque les niveaux de populations de thrips sont faibles et les relâcher en nombre suffisant pour maîtriser les populations de thrips.

Amblyseius cucumeris

Ce prédateur de couleur chamois se nourrit surtout des thrips du premier stade nymphal.

- *Amblyseius cucumeris* est habituellement livré aux producteurs dans un mélange incluant son et acariens du son. Le son fournit la nourriture aux acariens du son qui à leur tour servent de nourriture aux acariens prédateurs. Ce mélange est vendu en petits sachets ou contenants dont le dessus est conçu pour saupoudrer directement le contenu sur la culture. Les sachets constituent de petites cellules d'élevage d'où les acariens prédateurs sortent de façon échelonnée sur plusieurs semaines.

- Toujours bien examiner le mélange de son avant l'emploi. Le son ne doit comporter aucune trace de moisissure ni aucune odeur d'ammoniac. On doit y voir des acariens du son et des acariens prédateurs vivants.

- Les acariens prédateurs sains se meuvent rapidement, tandis que les acariens du son se déplacent plus lentement. Toujours suspendre les sachets à l'abri des rayons du soleil pour éviter la déshydratation de leur contenu. Les taux d'application de ce prédateur varient selon la culture et le degré d'infestation par les thrips. Consulter un spécialiste de la lutte intégrée du MAAO ou un fournisseur d'agents de lutte biologique pour connaître les quantités à relâcher.

Amblyseius degenerans

Ce prédateur diffère d'*A. cucumeris* par son apparence et sa capacité de tolérer des conditions moins humides.

- Il est foncé, très agile et se reproduit très bien sur le pollen.

- On peut en faire l'élevage sur des plants de ricin qui peuvent servir de points de départ des lâchers d'insectes dans la serre.

- Il donne un maximum de résultats là où une source de pollen (poivrons de serre, par exemple) en favorise l'établissement. À cause de cette contrainte, il est peu probable que cet agent de lutte biologique soit la meilleure option pour la plupart des cultures floricoles.

Hypoaspis

Cet acarien terricole complète l'action des autres agents en dévorant les pupes contenues dans le substrat. Pour plus de détails, voir la section *Mouches des terreaux*, page 58.

Orius insidiosus

L'anthocoride *Orius insidiosus* est un prédateur ailé qui se nourrit de tous les stades mobiles du thrips. Les adultes sont noirs avec des taches blanches et crème sur les ailes. Les nymphes les plus jeunes sont jaunes tandis que les plus vieilles sont d'un brun acajou foncé.

- *Orius* se nourrit également de pollen, de tétranyques, de pucerons, d'aleurodes, d'oeufs de noctuelles et de jeunes chenilles. Toutefois, les thrips constituent sa nourriture préférée.

- Il est sensible à la longueur du jour et ne doit pas être relâché dans les serres avant la mi-mars, à moins qu'il ne bénéficie de 13 heures de clarté (par exemple, recours à l'éclairage d'appoint).

Atheta coriaria

À l'origine, on s'est intéressé à ce coléoptère pour lutter contre les mouches des terreaux et les mouches des rivages (*Ephydridae*), mais il dévore aussi les pupes des thrips dans le sol. Pour de plus amples renseignements, voir *Mouches des terreaux*, page 58.

Lutte chimique

La lutte chimique contre le TPF peut être difficile en raison de sa tolérance à la plupart des pesticides et de l'habitude qu'il a de s'alimenter bien au creux des boutons floraux ou des feuilles en croissance. Cette habitude en fait une cible difficile à atteindre par les insecticides, d'où l'importance, au moment des traitements, de bien couvrir toute la plante. Voici des recommandations générales concernant l'usage de pesticides pour lutter contre les thrips :

- Au seuil d'intervention (niveau de population des thrips justifiant un traitement afin d'empêcher les thrips d'atteindre le seuil d'incidence économique), faire environ 3 pulvérisations consécutives à 4–5 jours d'intervalles.

- Faire la rotation des groupes chimiques de pesticides en veillant à n'utiliser qu'une seule catégorie de pesticides pendant la durée du cycle biologique des thrips. En règle générale, il faut donc changer de catégorie de pesticides toutes les 2–3 semaines, selon le moment de l'année. Une même génération survit plus longtemps par temps frais.

- Appliquer les pesticides tôt le matin et tard l'après-midi, lorsque les thrips sont le plus mobiles. On s'assure ainsi d'une meilleure exposition des thrips aux pesticides.

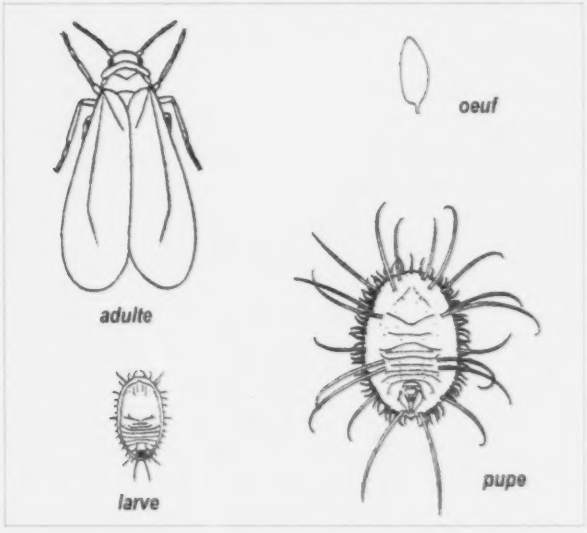
Aleurodes

Description et cycle biologique

Les aleurodes adultes sont de petits insectes ailés de couleur blanche mesurant environ 1,5 à 2 mm de long. Les œufs sont pondus au revers des feuilles et sont trop petits pour être perçus sans l'aide d'un microscope. Un aleurode femelle peut pondre jusqu'à 300 œufs et vivre jusqu'à deux mois. Les nymphes, qui éclosent en 5 à 10 jours, sont plates et font penser à une cochenille; elles se déplacent ici et là sur la feuille avant de devenir immobiles.

Les adultes sortent après trois stades nymphaux et la pupaison. On peut voir les reliquats de pupes et les adultes au revers des feuilles du bas, qui peuvent montrer des signes de flétrissure. Le cycle biologique est généralement complété en 35 jours à 18 °C et en 18 jours à 30 °C. Les aleurodes n'hivernent pas à un stade particulier de leur développement et peuvent survivre tant qu'il y a autour d'eux une forme ou une autre de vie végétale.

FIGURE 4–2. Aleurode des serres

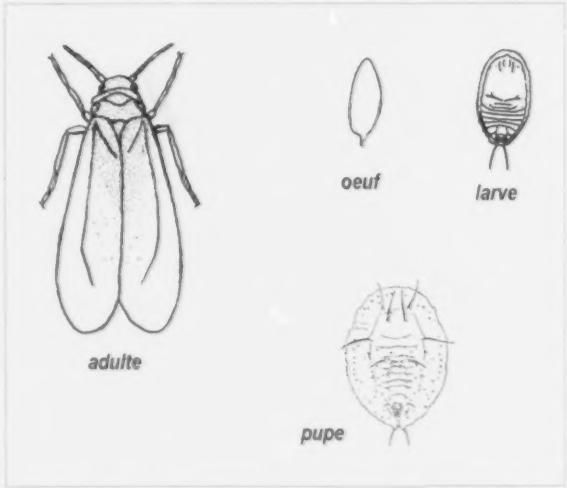


Espèces d'aleurodes

Il existe en Ontario deux espèces d'aleurodes qui préoccupent les serriculteurs : l'aleurode des serres et l'aleurode de la patate douce. Les adultes des deux espèces se ressemblent beaucoup. Voici pourtant comment les différencier :

- L'aleurode de la patate douce est un peu plus petit que celui des serres et son corps est plus jaune.
- Au repos, les ailes de l'aleurode de la patate douce sont repliées en forme de tente au-dessus de son corps, tandis que l'aleurode des serres replie ses ailes à plat, presque parallèle à la surface sur laquelle il est posé.
- Les différences majeures du diagnostic d'identification des deux espèces se voient à la pupaison. La pupe de l'aleurode des serres est surélevée par rapport à la surface du limbe et son pourtour est garni d'une frange de poils, tandis que pour l'aleurode de la patate douce, la pupe repose à plat à la surface du limbe et n'a aucune frange. On remarque mieux ces caractères à l'aide d'un microscope.
- L'aleurode de la patate douce vole davantage en ligne droite que l'aleurode des serres, qui tend à zigzaguer.
- Le cycle biologique de l'aleurode de la patate douce est plus long.
- L'aleurode de la patate douce supporte moins bien le froid.

FIGURE 4–3. L'aleurode de la patate douce



Dommages

- Leurs pièces buccales, de type piqueur-suceur, permettent aux aleurodes de sucer la sève des plantes et de les rendre ainsi moins vigoureuses.
- Les aleurodes produisent de grandes quantités de miellat propice à la croissance du champignon responsable de la fumagine à la surface des feuilles et des fruits, amenant une réduction de l'activité photosynthétique dans le premier cas et une détérioration de la qualité des fruits.

dans le second. La fumagine en soi n'endommage toutefois pas les plantes.

- Ils peuvent transmettre des virus. Par exemple, l'aleurode de la patate douce serait vecteur de plus de 60 virus et on associerait l'aleurode des serres à la propagation du pseudo-virus de la jaunisse grave de la betterave dans les concombres.

Stratégies de lutte

- Mettre en place un programme de surveillance de routine basé sur l'utilisation de plaquettes jaunes encollées et sur une inspection visuelle des plants.

- Se servir de plantes hôtes qui sont plus attirantes pour les aleurodes que la culture principale, comme indicatrices pour le dépistage précoce ou plantes-appâts. Des espèces de plantes comme l'aubergine et le fuchsia peuvent être utilisées à cette fin.

- Identifier les espèces d'aleurodes présentes dans la culture.

- Réagir promptement dès qu'on remarque la présence d'aleurodes adultes sur les plaquettes jaunes ou sur les feuilles terminales.

- Bien désherber à l'intérieur et à l'extérieur de la serre.

Lutte biologique

- Deux guêpes parasites sont offertes sur le marché pour lutter contre les aleurodes : *Encarsia formosa* et *Eretmocerus eremicus*. L'antagoniste *Encarsia formosa* est plus efficace contre l'aleurode des serres, bien qu'il permette aussi de combattre jusqu'à un certain point l'aleurode de la patate douce. *Eretmocerus* est plus efficace contre l'aleurode de la patate douce mais il permet de bien maîtriser les populations d'aleurodes des serres. Par ailleurs, on trouve aussi dans le commerce *Delphastus pusillus*, un petit coléoptère de couleur noire, qui n'est surtout efficace que lorsque les populations d'aleurodes sont élevées (une situation que la plupart des producteurs chercheraient à combattre rapidement à l'aide de pesticides).

- Une bonne hygiène, la lutte contre les mauvaises herbes et une faible population d'aleurodes sont nécessaires à la réussite de la lutte biologique dirigée contre l'aleurode.

Encarsia formosa

D'une longueur d'environ 0,6 mm, les guêpes adultes sont des parasites qui tuent les aleurodes essentiellement en pondant leurs œufs à l'intérieur des individus immatures ou des nymphes (surtout les 3^{e} et 4^{e} stades larvaires) dont l'apparence fait penser aux cochenilles. Le prédateur adulte peut vivre de quelques jours à tout un mois, selon la température. Les femelles pondent 50–350 œufs au cours de leur vie. La nymphe de l'aleurode des serres noircit 10–14 jours après avoir été parasitée. En moyenne, il faut 2 autres semaines avant que la guêpe adulte ne sorte. Lorsque l'adulte est complètement formé, il perce une ouverture dans la partie supérieure de la nymphe noircie avant d'en sortir. Les aleurodes de la patate douce parasités prennent une coloration jaunâtre tirant sur le brun, plus difficile à déceler. La lutte biologique contre l'aleurode de la patate douce nécessite des lâchers plus importants.

Voici des conseils destinés à accroître l'efficacité de l'utilisation d'*Encarsia* :

- Éviter d'utiliser des pesticides à action rémanente prolongée au moins dans les 3 mois qui précèdent le lâcher initial.

- Surveiller la culture à tous les stades de la production de façon à déceler la présence d'aleurodes et à suivre l'évolution de la population. Ces données permettent de déterminer avec plus de précision la quantité de parasites à lâcher et le moment le plus propice pour le faire.

- Introduire *Encarsia* dès les premières manifestations de la présence d'aleurodes ou, de façon préventive, avant qu'elles ne soient détectées. Si les aleurodes sont présents avant l'introduction des antagonistes, utiliser un pesticide ayant une faible rémanence pour abaisser dramatiquement la population.

- Éviter d'utiliser *Encarsia* entre décembre et février, à moins que les conditions de luminosité et de température soient modifiées pour convenir au parasite.

- Lâcher *Encarsia* aux endroits ombragés des plants, où les parasites seront à l'abri de la lumière directe.

- Répartir uniformément les cartes, mais en placer davantage là où des aleurodes ont été vus. Pour une répartition plus uniforme, se procurer des cartes comptant chacune un moins grand nombre de nymphes parasitées.

- Au cours des opérations d'effeuillage ou d'élagage dans des cultures légumières comme celle de la tomate, ne pas ôter les feuilles portant des nymphes parasitées immatures, sous peine de nuire à l'accroissement de la population d'*Encarsia* et au taux de parasitisme.

- Continuer d'introduire *Encarsia* jusqu'à ce qu'au moins 80 % des nymphes sur les feuilles les plus vieilles aient noirci. Au cours des mois d'été, lorsque les aleurodes migrent vers les serres, il faut maintenir, voire augmenter, le nombre des parasitoïdes.

Eretmocerus eremicus

Les adultes sont jaunes et mesurent environ 0,6 mm de long. Les femelles pondent leurs œufs sous des larves d'aleurodes qui ont atteint de préférence le 2^{e} ou 3^{e} stade larvaire. La proportion des sexes chez cette guêpe est de 1:1. Lorsqu'on décrit les taux d'introduction, on fait référence au nombre de *femelles* lâchées. C'est là une situation différente d'*Encarsia*, dont toute la population est femelle. Par contre, à l'exemple d'*Encarsia*, la mortalité des aleurodes peut être attribuée au parasitisme et à l'alimentation des hôtes. Les nymphes d'aleurodes parasitées prennent une couleur jaune brunâtre, aussi bien chez l'aleurode des serres que chez l'aleurode de la patate douce.

Delphastus pusillus

Delphastus est un coléoptère prédateur. À la fois les stades adulte et larvaires de *Delphastus pusillus* s'alimentent d'aleurodes, en particulier de leurs œufs et de leurs nymphes. Apparemment, *Delphastus* évite les nymphes déjà parasitées, se nourrissant essentiellement de celles qui sont non parasitées. Ce comportement en fait un allié compatible avec l'utilisation d'*Encarsia*. On recommande d'utiliser ce coléoptère comme complément à l'activité d'*Encarsia*, dans le but de réduire les populations d'aleurodes. Le *Delphastus* adulte vit 6–9 semaines. On dit qu'il a besoin de consommer un minimum de 10 œufs d'aleurode par jour pour être en mesure de se reproduire.

Lutte physique

Pièges encollés

Les pièges jaunes encollés, sous différentes formes, permettent de capturer de grandes quantités d'aleurodes adultes. Les gros carreaux jaunes encollés ou les rubans jaunes encollés de 30 cm sont placés près des foyers d'infestation à raison de 1/plant. On peut aussi suspendre le ruban jaune encollé entre les poteaux le long des rangs. Ces rubans permettent aussi de capturer les mouches des terreaux, les mouches des rivages (*Ephydridae*), *Aphidius* spp. et *Encarsia*, surtout si les populations d'aleurodes sont faibles. Se méfier de l'utilisation de nombreux rubans encollés en association avec des parasitoïdes, notamment *Eretmocerus*, qui est fortement attiré par la couleur jaune.

Aspiration

L'utilisation d'un aspirateur à main est un moyen très efficace de détruire rapidement les aleurodes adultes près des foyers d'infestation.

Filets anti-insectes

La protection des portes et des prises d'air par des moustiquaires à mailles très serrées réduit considérablement la migration vers la serre des aleurodes provenant de l'extérieur. Lorsque les aleurodes migrent en grands nombres à certaines périodes de l'année (durant la récolte, par exemple) en provenance de champs adjacents (champs de tomates, par exemple), l'installation de moustiquaires doit être la première ligne de défense.

Lutte chimique

- Pour faire une utilisation rationnelle et judicieuse des pesticides, il faut mettre en place un programme de surveillance soutenu, respecter les seuils d'intervention, faire la rotation des catégories de pesticides et recourir en même temps à toutes les mesures de lutte non chimiques existantes.

- Les aleurodes ont développé une résistance à de nombreux pesticides. On doit faire preuve de circonspection si l'on veut en prolonger l'utilisation et en même temps retarder l'apparition d'une résistance.

- Lorsqu'on utilise un insecticide systémique comme Intercept, on doit s'assurer de l'appliquer correctement. Il faut que le système racinaire soit bien développé et que le plant soit en croissance active. Si l'on pince le plant, on doit attendre de 10 à 14 jours avant d'appliquer le produit. On limite l'arrosage pendant la semaine qui suit l'application afin de réduire le lessivage; Intercept est très soluble à l'eau et est facilement lessivé hors du pot.

Tétranyque à deux points

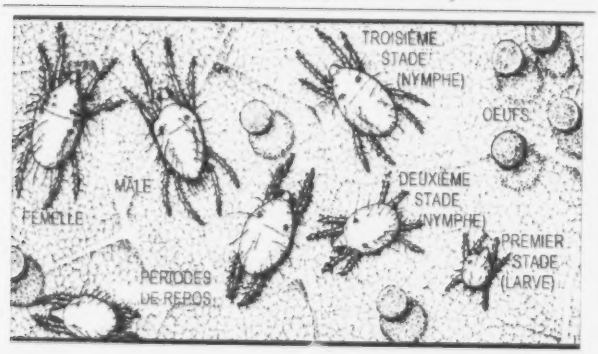
Description et cycle biologique

Le tétranyque à deux points s'attaque à une gamme étendue de cultures de serre. La femelle adulte a huit pattes, possède un abdomen rond et mesure environ 0,5 mm de long. Le mâle se distingue de la femelle par son corps plus petit et plus étroit et par son abdomen effilé. La coloration des adultes varie du jaune pâle à l'orangé et au brun. Le stade d'hivernage ou de diapause est de couleur rouge orangé. La réduction de la luminosité à 12 heures ou moins, la baisse de la température et la raréfaction des aliments sont autant d'évènements qui peuvent déclencher la diapause chez le tétranyque. Pendant cette diapause, il peut tolérer de très

basses températures, et une brève période de réchauffement ne suffit pas à le sortir de sa dormance.

L'inspection visuelle de la face inférieure des feuilles mettra en évidence les tétranyques sous la forme de minuscules points mobiles. Les deux points foncés sur le corps du tétranyque délimitent le contenu gastro-intestinal vu à travers son corps transparent. Après l'accouplement, la femelle commence à pondre environ six œufs blanc nacre par jour. Sur une durée de vie moyenne, la femelle peut pondre 100 œufs et plus à la face inférieure du feuillage. Les insectes fraîchement éclos passent par le stade larvaire typique à six pattes, puis par les stades de la protonymphe et de la deutonymphe à huit pattes. Le dernier stade est caractérisé par une période de repos et d'immobilité où les individus sont très tolérants aux acaricides. Le cycle biologique, de l'œuf à l'adulte, dure 23 jours à 15 °C et 4 jours seulement à 32 °C. Le développement est accéléré par temps chaud et sec.

FIGURE 4–4. Tétranyque à deux points



Dommages

- À tous les stades actifs de son développement, le tétranyque à deux points s'alimente en piquant l'épiderme inférieur de la feuille à l'aide de ses pièces buccales de type suceur.

- Au début, les dégâts se limitent à quelques picots jaunes sur la feuille. Cependant, au fur et à mesure que la population augmente, les dégâts s'étendent à la feuille tout entière, qui prend alors une apparence pâlotte ou dont la face supérieure se couvre de ponctuations. Les feuilles gravement infestées deviennent toutes jaunes, cassantes, et sont couvertes de toiles.

- Si on n'intervient pas pour réprimer l'infestation, les plantes peuvent en mourir. Les populations de tétranyques paraissent pulluler à certains moments de l'année en raison de l'influence de la température sur leur cycle biologique.

- D'autres facteurs comme l'hygrométrie, la nutrition végétale et les cultivars sont aussi importants, et peuvent à l'occasion contribuer à réprimer les infestations.

Stratégies de lutte

- Dans les cultures ornementales, la surveillance doit reposer sur une inspection périodique des plantes en vue de détecter les premières infestations avant que les tétranyques ne pullulent. Il faut être particulièrement vigilant si la culture et le cultivar sont vulnérables à ce ravageur. Dans certaines cultures, comme celle du rosier, il faut inspecter à la fois la partie supérieure et la partie inférieure du feuillage.

- Pour réduire l'importance des premières infestations dans les cultures légumières au printemps, un bon nettoyage doit avoir été fait en août de l'année précédente, soit juste avant que les tétranyques n'entrent en diapause. Le fait est que les tétranyques passent l'automne et l'hiver à l'abri au sol, dans les tiges creuses, les raccords de tuyauterie, les fissures et les crevasses. Les tétranyques reprennent leur activité vers la fin de l'hiver et au début du printemps. Les stades où le tétranyque est rouge sont généralement assez résistants aux pesticides et ne sont pas des proies faciles pour les prédateurs. Lorsqu'on détecte des tétranyques rouges sortis de leur diapause, il est recommandé de pulvériser un savon insecticide sur les feuilles légèrement infestées, ainsi que d'enlever et de détruire celles qui sont gravement infestées.

Lutte biologique

- La lutte biologique contre le tétranyque est possible grâce à l'acarien prédateur *Phytoseiulus persimilis.*

- D'autres acariens prédateurs, dont certaines souches qui résistent à des températures élevées ou à certains pesticides, peuvent aussi contribuer à réduire les populations de tétranyques. Ainsi, l'acarien prédateur *Amblyseius californicus* tolérerait mieux la sécheresse et *A. fallacis* serait résistant à certains pesticides.

Phytoseiulus persimilis

Phytoseiulus persimilis est à peu près de la même grosseur que le tétranyque à deux points. Il se distingue toutefois du ravageur par son corps piriforme, par l'absence des deux points, par sa couleur qui va du saumon pâle à l'orangé vif, par ses déplacements qui sont beaucoup plus rapides et par ses longues pattes. Il se nourrit spécifiquement de tétranyques et n'entre pas en diapause.

En l'absence de tétranyques, le prédateur meurt, si bien qu'il faut le réintroduire à chaque nouvelle infestation. Les

prédateurs adultes dévorent environ 7 adultes ou 15–20 œufs par jour. À 20 °C, *P. persimilis* se reproduit pratiquement deux fois plus vite que le tétranyque. La lutte à l'aide de cet insecte utile donne un maximum de résultats entre 20 et 26 °C. À plus de 30 °C et à des taux d'humidité inférieurs à 60 %, les prédateurs deviennent moins efficaces, car ils cherchent alors à se réfugier dans la partie basse du feuillage où ils sont plus au frais. Par contraste, ces mêmes conditions sont propices à la prolifération des tétranyques.

- Les prédateurs sont offerts sur le marché soit mélangés à de la vermiculite, soit sur des feuilles de haricots. Il faut toujours traiter les plants infestés dès les premiers signes de dommages.

- Dans la mesure du possible, placer quelques prédateurs sur chacune des feuilles infestées.

- Avant de lâcher les prédateurs, toujours s'assurer qu'ils sont bien vivants et très actifs.

Lutte culturale

La pulvérisation d'eau en brouillard sur les plants et le maintien de niveaux d'humidité relativement élevés contribuent à supprimer les populations de tétranyques. Ainsi, à 20 °C et à 36 % d'H.R., les tétranyques à deux points femelles pondent environ 7 œufs par jour. Quand l'humidité relative grimpe à 95 %, elles pondent environ 30 % moins d'œufs.

Lutte chimique

En raison de leur capacité de reproduction énorme, les tétranyques à deux points développent facilement une résistance aux pesticides. Si l'on compte en réprimer les populations à l'aide de pesticides, voici les directives à observer :

- Diriger le jet sous les feuilles, là où se regroupent normalement les tétranyques.

- Comme les toiles qu'on retrouve dans les zones de fortes infestations peuvent servir à protéger les tétranyques et les œufs qui se dissimulent à l'intérieur de la toile ou derrière celle-ci, il faut parfois augmenter la pression afin d'y faire pénétrer la bouillie.

- Mettre en œuvre des mesures de lutte non chimiques dans toute la mesure du possible pour réduire l'apparition d'une résistance aux pesticides.

Pucerons

Description et cycle biologique

Les pucerons sont des insectes de petite taille (2 à 3 mm), à corps mou, possédant des pattes et de longues antennes Une paire d'appendices tubulaires, les cornicules, prolongent la partie postérieure de l'insecte. On peut retrouver plusieurs espèces dans les serres, dont la coloration varie entre le noir, le gris, le rouge, le jaune et le vert. Les espèces de pucerons les plus fréquentes dans les serres sont le puceron vert du pêcher (*Myzus persicae*), le puceron du melon (*Aphis gossypii*) et le puceron de la pomme de terre (*Macrosiphum euphorbiae*).

Les pucerons adultes sont en majorité aptères, quoique dans des conditions de densités de population élevées, des adultes ailés puissent également se développer. Cette adaptation est un mécanisme de dissémination qui permet aux pucerons en provenance de l'extérieur de s'introduire dans la serre, ou de se propager rapidement à l'intérieur de la serre.

Dans une serre, tous les pucerons sont femelles. Leurs petits naissent vivants et peuvent se reproduire en 7 à 10 jours. Un puceron peut engendrer de 60 à 100 petits sur une période de 20 jours. Les populations croissent donc très rapidement.

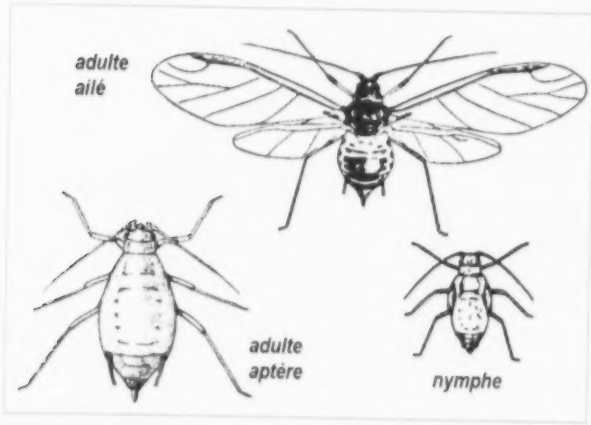
Dommages

- Les pucerons piquent le tissu végétal avec leurs pièces buccales et sucent la sève, ce qui provoque une déformation des feuilles et des fleurs.

- Les pucerons passent par un certain nombre de stades avant de devenir adultes. Les dépouilles qu'ils laissent chaque fois derrière eux sont des signes visibles de leur présence.

- Ils exsudent une substance sucrée et collante, appelée miellat, qui favorise le développement de la fumagine. Certains pucerons ont la capacité de transmettre des maladies virales des plantes par exemple, le virus de la mosaïque du concombre dans les cucurbitacées.

FIGURE 4–5. Puceron vert du pêcher



Stratégies de lutte

- Pour le dépistage des pucerons, on emploie des plaquettes jaunes encollées qui piègent les adultes ailés.

- Dans le cas des pucerons aptères toutefois, il est important d'inspecter soigneusement et régulièrement les nouvelles feuilles afin d'empêcher une grosse infestation de se développer.

- Les traitements localisés de foyers d'infestation isolés peuvent prévenir leur dispersion dans le reste de la serre.

- Lorsque l'infestation se produit au stade de la floraison, une fumigation peut s'avérer plus efficace et moins phytotoxique.

Lutte biologique

- Il existe plusieurs auxiliaires de lutte qu'on peut se procurer facilement : le moucheron prédateur *Aphidoletes aphidimyza*, la guêpe parasite *Aphidius* spp. et les coccinelles (*Hippodamia convergens* et *Harmonia axyridis*).

- Les moucherons *Aphidoletes* et les coccinelles servent normalement de complément à l'action de l'*Aphidius*, afin de réduire les populations de pucerons dans les zones de forte infestation.

Aphidoletes aphidimyza

Au stade adulte, *Aphidoletes aphidimyza* ressemble à un petit moustique ou à une mouche des terreaux. Les femelles pondent leurs œufs (jusqu'à 200 au cours de leur vie) à proximité des colonies de pucerons, si bien que dès leur éclosion, les larves de couleur orangée sont tout près de leur source de nourriture.

Les larves éclosent habituellement au bout de 2–3 jours. Après 7–14 jours de stade larvaire, elles tombent au sol pour la pupaison. Ce stade dure habituellement environ 2 semaines. L'*A. aphidimyza* adulte se nourrit de miellat. Les larves peuvent tuer 3–50 pucerons par jour. Compte tenu de la longueur normale du jour, *A. aphidimyza* entre en diapause entre septembre et mars et il est par conséquent inefficace au cours de cette période.

Aphidius spp.

Cette guêpe parasite n'entre pas en diapause et n'est habituellement pas efficace au cours de l'hiver, au début du printemps et à l'automne. Pendant l'été, d'autres espèces de guêpes parasites vivent aux dépens d'*Aphidius*, réduisant ainsi l'influence que cette dernière exerce sur les populations de pucerons. Les conditions optimales pour *Aphidius* sont entre 18 et 25 °C et 80 % d'H.R. Le passage d'*Aphidius* de l'œuf à l'adulte prend environ 10 jours à 25 °C, et 14 jours à 21 °C.

Plusieurs espèces d'*Aphidius* sont offertes sur le marché : *Aphidius matricariae*, qui peut parasiter une quarantaine d'espèces de pucerons, y compris le puceron vert du pêcher; *Aphidius colemani* qui serait, semble-t-il, plus efficace contre le puceron du melon, mais qui donne quand même d'assez bons résultats contre le puceron vert du pêcher; et *Aphidius ervi* qui constitue le meilleur choix pour lutter contre le puceron de la pomme de terre.

Hippodamia convergens

À la fois les stades adulte et larvaires de la coccinelle se nourrissent de pucerons. Une larve peut manger jusqu'à 400 pucerons et un adulte jusqu'à environ 5 000. Les coccinelles entrent en diapause lorsque les journées raccourcissent. Si la longueur du jour leur est favorable, les coccinelles se nourriront de pucerons pour maintenir leur activité de ponte. Les œufs sont fuselés, orangés et disposés en cercle à la face inférieure des feuilles. Ils éclosent en 2–5 jours.

Le stade larvaire dure environ 3 semaines, après quoi les larves se transforment en pupes. Les adultes sortent des pupes après 3–5 jours. Pour accroître le pourcentage de coccinelles qui restent dans la serre, pulvériser un liquide sucré, telle une boisson gazeuse diluée, sur les insectes, et faire les lâchers tard en soirée. Ce liquide sucré est une source immédiate d'énergie et d'eau.

Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)

Description et cycle biologique

La mouche adulte, de couleur gris-noir, mesure environ de 3 à 4 mm de long et possède de longues pattes, des antennes filiformes et de grands yeux composés qui se rejoignent à la base des antennes. L'adulte vole peu et peut être fréquemment observé se reposant à la surface du substrat. Chaque femelle a une longévité d'environ 10 jours et pond quelque 150 œufs blancs et ovales dans la matière organique du milieu de culture. Ces derniers éclosent en 2 à 7 jours, selon la température, pour donner place à des larves blanches de 4 à 6 mm de long.

Les larves ont 12 segments abdominaux et une tête noire luisante caractéristique. Les larves tissent des cocons et demeurent immobiles dans le sol pendant 4 à 6 jours, après quoi les mouches adultes en sortent. Les mouches des terreaux, comme la plupart des insectes, sont plus actives et se développent plus rapidement à des températures plus élevées. Le cycle biologique prend 21 jours à 24 °C, comparativement à 38 jours à 16 °C.

Attention de ne pas confondre la mouche des terreaux avec la mouche des rivages ou « mouche brune » (*Ephydridae*), un autre ravageur qu'on trouve fréquemment dans les serres, mais qui est toutefois plus gros, vole davantage et se distingue par quatre points transparents sur les ailes. Ses larves vivent dans le sol comme celles des mouches des terreaux, mais elles n'ont pas la tête globuleuse noire caractéristique de ces dernières. Les mouches des rivages se propagent mieux en milieu humide. On les trouve souvent dans des zones humides sous les banquettes où les adultes comme les larves se nourrissent d'algues.

Les mouches des rivages ne sont habituellement pas considérées comme une menace pour les cultures de serre, mais peuvent s'attaquer aux racines des plants dans les serres où l'eau est recyclée. La lutte contre les mouches des rivages passe par la maîtrise des algues, soit directement, par l'emploi de produits chimiques, soit indirectement, par un abaissement du taux d'humidité nécessaire à la prolifération des algues ou par une réduction de la forte luminosité nécessaire aux algues, qui peut se faire par l'installation d'une jupe noire autour des banquettes.

Dommages

- Bien qu'elles se nourrissent généralement de matière organique en décomposition dans le sol, les mouches des terreaux peuvent également s'en prendre aux jeunes racines de plantes, surtout si elles pullulent.
- Elles ont aussi déjà été observées en train de se nourrir de jeunes pousses de concombre.
- Les plantes dont les racines ont été attaquées par les mouches des terreaux sont plus vulnérables aux maladies racinaires comme le pourridié pythien. D'ailleurs, les mouches des terreaux jouent un rôle dans la propagation d'organismes pathogènes comme *Pythium, Fusarium, Verticillium* et *Rhizoctonia*.

Stratégies de lutte

- L'hygiène dans la serre tout comme à l'extérieur est indispensable.
- Éviter l'arrosage excessif et assurer un bon drainage du milieu de culture pour empêcher la formation de flaques car les mouches des terreaux et les mouches des rivages se plaisent dans un environnement humide.

Lutte biologique

La lutte biologique fait appel à un acarien prédateur, *Hypoaspis miles*, à un coléoptère prédateur, *Atheta coriaria*, et à un nématode parasite, *Steinernema feltiae*.

FIGURE 4–6. Sciaride

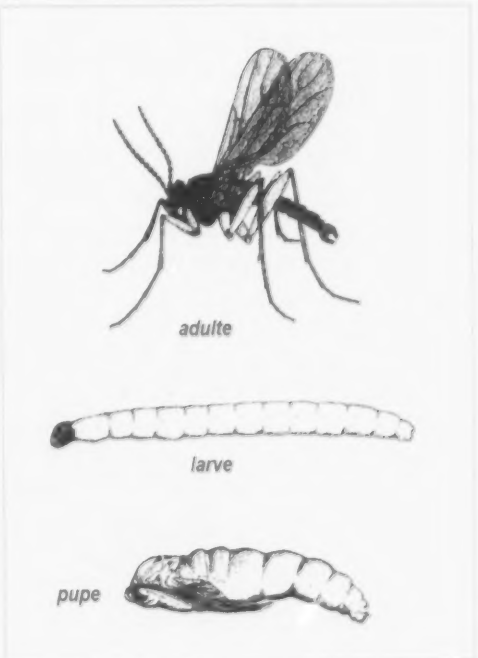
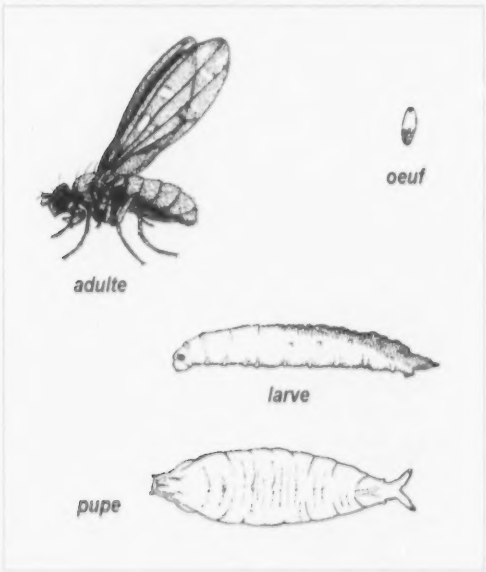


FIGURE 4–7. Mouche des rivages



Hypoaspis

Hypoaspis est un acarien brun vivant dans le sol qui se nourrit des œufs et des larves de sciarides ainsi que d'algues, de pupes de thrips, de collemboles, de nématodes et de larves d'un certain nombre de mouches et de coléoptères. *Hypoaspis* est un acarien résistant qui peut survivre environ 24 jours sans nourriture et qui n'est pas affecté par le manque de lumière. Son cycle biologique dure environ 9–11 jours dans une serre.

On trouve *Hypoaspis* surtout dans le premier centimètre supérieur de substrat. L'efficacité d'*Hypoaspis* est optimale lorsqu'on l'intègre au substrat immédiatement après l'empotage, ou la mise en terre dans le cas des plantules de légumes; autrement dit, tandis que les populations de mouches des terreaux sont faibles ou inexistantes.

Atheta coriaria

Le staphylin *Atheta coriaria* est un petit coléoptère terricole noir, d'environ 3–4 mm de long, très actif. Tant l'adulte que les larves durant leurs trois stades de développement exercent leur activité prédatrice sur les mouches des terreaux (œufs et larves), les mouches des rivages (œufs et larves) et les thrips (pupes). Le staphylin est élevé commercialement, mais il existe également à l'état naturel et se rencontre souvent dans les serres où l'on réduit l'emploi des pesticides. On doit l'utiliser de la même façon que *Hypoaspis*, en le plaçant de bonne heure dans la culture pour combattre les ravageurs terricoles.

Nématodes

Les nématodes *Steinernema feltiae* s'emploient surtout lorsque les populations de mouches des terreaux sont importantes. Ils envahissent les larves de mouches des terreaux par leurs orifices, puis y libèrent des bactéries qui se multiplient et tuent les larves. Comme les nématodes seraient apparemment incapables de se reproduire une fois qu'ils ont envahi les larves de mouches des terreaux, plusieurs applications consécutives de nématodes sont nécessaires pour une lutte efficace.

Pour optimiser la lutte au moyen de nématodes :

- Remuer toutes les heures les solutions renfermant des nématodes afin d'oxygéner l'eau.
- Utiliser ces solutions dans les 4 heures qui suivent.
- Maintenir la température du substrat entre 16 et 30 °C.
- Toujours protéger le milieu de croissance des nématodes des rayons directs du soleil pour éviter la destruction des bactéries à l'intérieur du corps des nématodes.
- Maintenir le substrat à un pH de 3–8.
- Vérifier la compatibilité des fongicides ou leur activité résiduelle avant de les appliquer sur le substrat ayant reçu ou destiné à recevoir des nématodes.

Lutte chimique

Un insecticide appliqué par arrosage abondant du sol peut éliminer efficacement les larves.

Mineuses

Description et cycle biologique

Il existe deux principales espèces de mineuses d'intérêt pour les serristes de l'Ontario : la mineuse maraîchère (*Liriomyza sativae*) et la mouche mineuse de Floride ou mineuse sinuante (*Liriomyza trifolii*). Une troisième espèce, la mouche mineuse sud-américaine (*Liriomyza huidobrensis*), responsable de dommages graves dans d'autres parties du monde, a été vue également en Ontario. Bien que la mineuse sinuante puisse compléter son cycle biologique sur les tomates et les concombres, elle préfère les chrysanthèmes, gerberas et gypsophiles. Par contre, la mineuse maraîchère préfère les tomates, les concombres et le céleri, mais s'attaque aussi aux chrysanthèmes et à d'autres plantes en l'absence de ses hôtes préférées. La mouche mineuse sud-américaine possède un large éventail d'hôtes et peut aussi bien envahir des cul-

tures de plein champ, notamment des cultures de crucifères, de laitue et de céleri. Les trois espèces de mineuses ont une apparence et une biologie similaires.

La mineuse adulte est petite (environ 3 mm de long) et possède des marques jaunes et noires sur la tête et le thorax. Les adultes deviennent actifs à l'aube. Les femelles s'alimentent des feuilles succulentes et tendres en perçant la surface de la feuille de leur ovipositeur et en léchant le liquide qui en exsude.

Les femelles commencent à pondre entre 12 et 24 heures après leur sortie de la pupe. Elles pondent approximativement 250 œufs durant leur vie d'environ 30 jours en déposant les œufs à raison d'environ un œuf toutes les sept piqûres (« picots ») de la feuille. La température optimale pour le développement de la mineuse est de 30 °C. Plus la température s'écarte de 30 °C, au-dessus ou au-dessous, plus grande est la chute de la ponte. Après 2–4 jours, les œufs éclosent et les larves commencent à s'alimenter et à miner le tissu de la feuille.

Les larves mettent de 4–7 jours (selon la température) pour arriver à maturité en été; elles découpent ensuite un trou à la surface de la feuille et tombent au sol. La pupaison se produit en l'espace de quelques heures et les pupes demeurent dans le sol ou sur la pellicule de plastique, le cas échéant. La pupaison peut également avoir lieu sur les feuilles. Le stade pupal peut durer 5–10 jours en été et jusqu'à 90 jours si les températures sont basses (10–12 °C) et que la nourriture est rare. Ce facteur peut expliquer la survie hivernale de l'insecte le long du périmètre intérieur de la serre, en dépit de l'absence de mineuses adultes. Une nouvelle génération de mouches adultes sort de ces pupes.

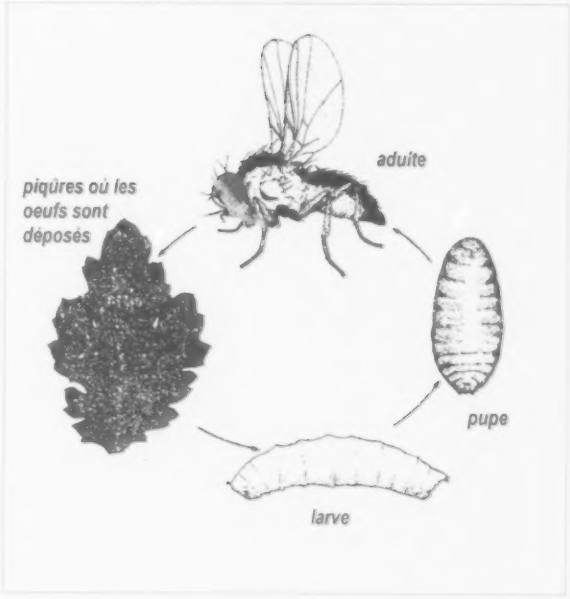
À l'intérieur d'une serre, il y a un chevauchement considérable des divers stades du cycle biologique de l'insecte. Le cycle complet de la mineuse peut s'effectuer en 14 jours à 30 °C, 24 jours à 20 °C, et 65 jours à 14 °C.

Dommages

- Les mineuses peuvent nuire indirectement au rendement des cultures en réduisant la surface de la plante servant à la photosynthèse et en endommageant les vaisseaux transportant l'eau, entraînant du coup la dessiccation et la chute des feuilles.

- En nuisant à l'apparence des cultures ornementales, les dommages causés par la mineuse peuvent occasionner des pertes économiques importantes.

FIGURE 4–8. Mineuse



Stratégies de lutte

- Faire l'examen minutieux de tout nouveau matériel végétal introduit dans la serre.

- Détruire les plantules, boutures ou parties de plantes infestées.

- Si la culture se fait sur des planches au sol, stériliser à la vapeur tout le plancher de la serre entre les cultures.

- Faire le dépistage des populations d'insectes nuisibles à l'aide de plaquettes jaunes encollées et d'inspections régulières des cultures.

- Éliminer les mauvaises herbes à l'intérieur comme à l'extérieur de la serre. Les plantes adventices comme le chénopode blanc, le céraiste vulgaire, le pissenlit, le plantain, la mauve négligée et la morelle sont de bons hôtes pour la mineuse.

- Éviter de surfertiliser la culture, car un excès d'azote peut accroître les problèmes causés par la mineuse.

- Mettre les feuilles tombées dans des sacs et les sortir de la serre le plus tôt possible. Les larves de mineuses peuvent compléter leur développement dans les feuilles même une fois que celles-ci sont détachées du plant.

Lutte biologique

La lutte biologique repose sur deux guêpes parasites *Diglyphus isaea* et *Dacnusa sibirica*. La guêpe *Diglyphus*

s'avère un meilleur choix l'été, puisqu'on bénéficie alors d'une augmentation naturelle de sa population du fait de la migration à l'intérieur de la serre d'individus de la même espèce présents dans l'écosystème environnant. L'hiver, la guêpe *Dacnusa* donne de meilleurs résultats.

Diglyphus isaea

Diglyphus est une petite guêpe noire ayant des reflets vert métallique et de courtes antennes. Une fois qu'elle a localisé une mine, la femelle paralyse d'abord la mineuse, puis insère tout près d'elle un œuf dans la feuille. Elle peut déposer jusqu'à 5 œufs de cette façon. La larve qui éclot est au départ incolore, puis devient jaune-brun et finalement turquoise. Le passage de l'œuf à l'adulte prend environ 11 jours à 25 °C, soit en général moins de temps que pour la mineuse et la guêpe *Dacnusa*.

La guêpe *Diglyphus* peut parasiter des mineuses déjà parasitées par la guêpe *Dacnusa*, si bien qu'elle devient l'espèce dominante au cours de l'été lorsque les conditions de température sont propices à son activité. La présence de mines courtes est un indice de l'activité de la guêpe *Diglyphus*, étant donné qu'une fois parasitée, la mineuse cesse immédiatement de s'alimenter.

Dacnusa sibirica

Dacnusa est une petite guêpe noire qui diffère de la guêpe *Diglyphus* par ses longues antennes souples et l'absence de reflets vert métallique. Contrairement à la femelle *Diglyphus*, la femelle *Dacnusa* insère un œuf dans le corps de la mineuse. Chaque femelle vit environ 2 semaines, période pendant laquelle elle peut pondre jusqu'à 90 œufs.

Les œufs éclosent en 4 jours. Les larves viennent à maturité à l'intérieur des pupes de mineuse. Le passage de l'œuf à l'adulte prend environ 2 semaines à 22 °C. Toute la croissance de la guêpe *Dacnusa* se fait à l'intérieur du corps de la mineuse, ce qui rend difficile l'évaluation de l'activité du parasite.

Lutte chimique

- Savoir que cet insecte développe facilement une résistance aux insecticides.
- S'assurer d'un bon recouvrement de la culture par le pesticide.
- Faire une rotation des différents groupes de pesticides à toutes les 2 ou 3 semaines, dans les cultures pour lesquelles des pesticides sont homologués. À l'heure actuelle, les seuls pesticides homologués le sont pour des cultures ornementales.

Les croquis d'insectes et d'acariens qui illustrent ce chapitre sont tirés de *Insect and related pests of flowers and foliage plants (1994)*. North Carolina Co-operative Extension Service, Ed. J. R. Baker.

5. Ravageurs occasionnels

Fourmis

Elles sont facilement reconnaissables à leurs antennes coudées et à leur fine taille. Elles mesurent de 1,5 mm à 6 mm de long.

- Dans les serres où des insectes produisent un miellat en s'alimentant et où les fleurs ont des nectaires, les fourmis peuvent présenter un problème car elles sont friandes de ces substances sucrées. Les pistes et les nids de fourmis repérés dans la serre ou aux abords de la serre doivent être traités. L'inondation des nids avec un savon insecticide et l'utilisation d'appâts renfermant de l'acide borique domestique donnent par ailleurs certains résultats.

Charançon noir de la vigne

Les charançons sont caractérisés par leur carapace, leur tête prolongée par un rostre, ou trompe, et leurs antennes coudées. Le charançon noir de la vigne est de couleur brun terne à noir, mesure environ 9 mm de long et son dos est finement côtelé. Les larves sont des vers apodes à tête brun rougeâtre que l'on trouve au milieu des racines de nombreuses plantes à massif.

- Les adultes pondent leurs œufs en juin; les larves se nourrissent des racines pendant le reste de la saison. Les larves attaquent un large éventail de plantes parmi lesquelles le rosier, le géranium, la fougère, le gardénia, le kalanchoe et le rhododendron. Bien que le charançon adulte ne vole pas, il se déplace facilement vers de nouvelles aires de mise en culture.

- Les interventions pour le combattre devraient avoir lieu à la fin de mai et en juin. Une inspection des racines des nouvelles plantes à introduire dans la serre constitue un autre moyen d'éviter les infestations.

Chenilles

À un certain stade de leur cycle biologique, plusieurs espèces d'insectes se transforment en chenilles et c'est à ce stade qu'ils causent le plus de ravages dans les cultures de serre. Citons les tordeuses, les enrouleuses, les légionnaires, les vers-gris, les arpenteuses, les noctuelles, les sphinx, les lieuses et les perce-tiges tachetés. Les papillons nocturnes adultes issus de ces chenilles sont souvent attirés par la lumière des serres en été et pondent alors des œufs d'où éclosent les chenilles déprédatrices.

- Les légionnaires et les vers-gris se nourrissent directement du feuillage et peuvent causer des dégâts considérables avant qu'ils ne soient détectés. Ces deux espèces sont de couleur brun foncé ou grise avec des rayures longitudinales. Les vers-gris se terrent dans le sol durant le jour et sortent le soir pour se nourrir.

- On peut venir à bout des légionnaires et des vers-gris en utilisant les insecticides préconisés contre les chenilles.

- La fausse-arpenteuse du chou s'attaque généralement aux cultures de serre comme l'*alstroemeria* entre juillet et septembre. La fausse-arpenteuse du chou est de couleur verte avec de légères rayures blanches tout le long du corps.

- Les perce-tiges tachetés creusent des galeries dans les tiges des plantes et peuvent, en conséquence, être plus difficiles à détruire.

- La pyrale du maïs est un autre foreur potentiellement très dévastateur. Elle peut infester de nombreux fruits avant même que sa présence ne soit détectée. Normalement, les infestations par la pyrale du maïs débutent au printemps, autour de mai et du début de juin. On compte deux générations de ce foreur dans le sud-ouest de l'Ontario et une seule ailleurs dans la province.

- Les pièges sexuels (à phéromones) peuvent être utilisés pour le dépistage de certaines espèces de papillons de nuit, tandis que les pièges lumineux permettent de détecter la présence d'un plus grand nombre d'espèces différentes.

- Il est préférable de faire le dépistage précoce de ces espèces et de commencer à les combattre avant que les jeunes chenilles se mettent à faire des ravages. Des filets anti-insectes sur les prises d'air limitent l'entrée des papillons dans la serre. Un bon programme de lutte contre les

mauvaises herbes, à l'intérieur et à l'extérieur des serres, réduit les foyers d'infestation potentiels. Des applications d'un insecticide bactérien (Dipel ou Thuricide) assurent une bonne maîtrise des arpenteuses et de la plupart des chenilles défoliatrices qui ne sont pas des mineuses.

Sauterelles

Les sauterelles, facilement reconnaissables, envahissent occasionnellement les serres.

- Elles s'attaquent à presque tous les végétaux et, quand elles sont nombreuses, peuvent les détruire.

- La présence de gazon et de mauvaises herbes près des serres peut occasionner une infestation de ces insectes, généralement vers la fin de l'été et en automne.

Cochenilles farineuses

On trouve deux groupes distincts de cochenilles farineuses dans les serres. Les plus communes sont des insectes à coque blanche couverte de cire qui sucent la sève des feuilles avec leurs pièces buccales de type piqueur.

- Ces cochenilles produisent du miellat en abondance. Les femelles (de 1 à 3 mm de long) pondent de grandes quantités d'œufs réunis en paquets cireux. Ces œufs éclosent au bout de 5 à 10 jours pour donner naissance à des nymphes mobiles. Les nymphes mettent de 6 à 8 semaines pour se transformer en adultes.

- Les dégâts sont causés par le prélèvement de la sève et par l'apparition de la fumagine, un champignon noir ressemblant à de la suie, qui se développe sur le miellat. Les sécrétions cireuses des cochenilles donnent mauvais aspect aux plantes.

- Elles sont des ravageurs préjudiciables aux cultures abritées à cause de la dissémination rapide des larves mobiles et de leur aptitude à habiter sous les écailles des bourgeons et aux aisselles des feuilles. Les mâles, moins nombreux, sont de petits insectes ailés.

- On peut découvrir à l'occasion, tapies dans des amas cireux sur les racines de plantes fanées ou jaunissantes, des cochenilles farineuses qui, elles, s'alimentent de racines ou d'humus souterrain. Ces insectes sont très semblables à ceux décrits ci-dessus sauf qu'ils sécrètent moins de cire sur leur corps.

- Examiner soigneusement tout matériel végétal introduit dans la serre pour déceler la présence de cochenilles farineuses. Toutes peuvent se propager de plante à plante, au stade de la nymphe mobile, par l'intermédiaire de matériel contaminé ou de l'eau s'égouttant des pots. La plupart des infestations résultent de l'introduction de matériel végétal contaminé.

- Les auxiliaires de lutte qui agissent contre les cochenilles farineuses sont la coccinelle australienne, *Cryptolaemus montrouzieri*, la coccinelle commune, *Hippodamia convergens*, et une guêpe parasite, *Leptomastix dactylopii*.

Cécidomyies (moucherons à galles)

Ces petites mouches (1 mm) à silhouette délicate pondent leurs œufs dans les feuilles, les tiges ou les boutons floraux des plantes ornementales. Les larves creusent des galeries dans les tissus de la plante, ce qui provoque le gonflement des tiges, la formation de galles sur les feuilles ou l'affaissement des boutons.

- La cécidomyie du rosier est redoutée par les producteurs de roses de l'Ontario, car elle peut causer des pertes graves en très peu de temps. Les boutons floraux se courbent ou se déforment, puis brunissent et meurent. La cécidomyie est surtout à craindre durant les mois chauds d'été, car elle peut pénétrer dans les serres si des rosiers élevés aux alentours en sont infestés. Les œufs éclosent au bout de 2 jours environ; les larves parviennent à maturité en 5 à 7 jours et tombent au sol pour la pupaison (5–6 jours), après quoi les adultes sortent pour ne vivre que quelques jours.

- Les traitements chimiques contre les adultes sont inefficaces. Contre la cécidomyie du rosier, une pulvérisation foliaire à base d'Orthène, un insecticide systémique, agit sur les larves installées à la base des boutons.

Acariens

Tarsonème du fraisier/tarsonème trapu

Le tarsonème du fraisier et le tarsonème trapu sont de taille microscopique, ne mesurant pas plus de 0,25 mm de long. On ne peut pas les voir sans loupe. Les deux pattes postérieures de la femelle sont effilées alors que celles du mâle ressemblent à des pinces.

- La femelle, de couleur brun pâle, dépose une centaine d'œufs, dont 80 % sont femelles, près du collet de la plante ou le long de la nervure médiane des feuilles non

encore déployées. Le cycle biologique des acariens comprend un stade larvaire à six pattes puis un stade nymphal dormant à huit pattes, comme celui des tétranyques à deux points. Le cycle complet, de l'œuf à l'adulte, dure environ 2 semaines mais varie en fonction de la température.

- Les premiers symptômes de dégâts sont habituellement la déformation du limbe et/ou le développement insuffisant, la brûlure ou la torsion des boutons floraux et des fleurs. Des plages violacées apparaissent souvent sur le feuillage. Le tarsonème du fraisier se nourrit des tissus autour du collet des plantes ou des boutons floraux. Quoique le cyclamen soit habituellement la plante la plus gravement endommagée, cet acarien cause aussi des dégâts aux plantes vertes, aux plantes à massif et à d'autres cultures empotées.

Phytopte des tomates

L'adulte mesure 0,2 mm de long et 0,05 mm de large. Vu sa petite taille, on le remarque sur les plantes seulement quand sa population a déjà atteint un niveau dommageable. Lorsqu'il pullule, le phytopte donne aux tiges, aux feuilles et aux fruits une coloration beige ou un aspect plombé.

- Le phytopte des tomates s'accommode très bien de la sécheresse. Il peut achever son cycle biologique en 6 jours à 27 °C et à 30 % d'H.R. La femelle peut pondre environ 16 œufs durant les 3 semaines environ que dure sa vie. Les phytoptes se nourrissent d'abord des tiges avant de s'attaquer aux feuilles.

- Les symptômes d'une infestation sont le jaunissement, l'enroulement et le flétrissement des feuilles, l'avortement des fleurs, l'aspect plombé et le fendillement des fruits. Si on ne traite pas pour en réduire la population, les phytophes des tomates finissent par tuer les plants.

- Les plantes hôtes intermédiaires du phytopte comprennent la morelle et le pétunia, ainsi que plusieurs espèces appartenant à la famille des solanacées.

- Il n'existe aucune technique de dépistage précoce de ce ravageur. Une fois qu'il est établi dans une culture, il est facilement disséminé par les mains, le matériel et les vêtements.

- Aucune mesure de lutte biologique n'est recommandée pour l'instant. D'après les recherches menées à ce jour, deux acariens prédateurs, *Amblyseius fallacis* et *Typhlodromus occidentalis*, pourraient s'avérer des auxiliaires de lutte.

Cochenilles

Les cochenilles sont des insectes aptères minuscules mesurant jusqu'à 3 mm de longueur et dotés de pièces buccales du type piqueur-suceur. Leur corps est de forme ovale ou hémisphérique. Les cochenilles recouvrent leur corps d'une sécrétion cireuse, en forme d'écaille, qui leur est caractéristique. Les mâles, peu nombreux, sont quant à eux ailés.

- La plupart des individus sont des femelles qui pondent des centaines d'œufs sous leur bouclier fixé à la plante. L'éclosion donne naissance à de petites nymphes mobiles qui migrent vers de nouveaux sites d'alimentation. À cause du prélèvement de sève, les plantes jaunissent, flétrissent, cessent de croître et se déforment.

- Un certain nombre d'espèces de cochenilles ont récemment fait leur apparition sur les plantes ornementales cultivées en serre. Les importations croissantes de plantes vertes en provenance de régions tropicales en sont la source. Bon nombre des nouvelles variétés de fougères, de palmiers et de lierres sont très vulnérables aux infestations de cochenilles.

- Pour limiter les infestations, mettre en quarantaine et inspecter le nouveau matériel, traiter ou détruire tout matériel infesté.

- Les auxiliaires de lutte disponibles pour combattre les cochenilles à corps mou et à bouclier comprennent deux petites coccinelles, *Chilocorus nigritus* et *Lindorus lophanthae*.

- D'après certains rapports, une petite guêpe parasite, *Metaphycus helvolus*, contribuerait à combattre plusieurs espèces de cochenilles à corps mou. Une autre guêpe, *Aphytis melinus*, peut être utilisée contre plusieurs espèces de cochenilles à bouclier.

Cochenille ronde du lierre et kermès rapace

Ces cochenilles d'apparence similaire ont un bouclier rond, de couleur pâle, avec un renflement proéminent de couleur jaunâtre au centre. Toutes deux attaquent une vaste gamme de plantes de serre comme le lierre, le palmier, le ficus et le fuchsia.

Cochenille des fougères
Le bouclier de cette cochenille ressemble à une coquille d'huître; il est brun et porte un renflement sommital plus pâle. On retrouve souvent cette cochenille sur les fougères et autres plantes vertes.

Cochenille des Hespérides
Les cochenilles femelles sont plates, brunes et souples. Elles ont une gamme d'hôtes étendue et produisent de grandes quantités de miellat propice à la formation de fumagine.

Cochenille hémisphérique
Le bouclier de cette espèce est très convexe, brun et luisant. Les fougères sont l'hôte favori de cet insecte.

Escargots et limaces
Les limaces sont des mollusques, créatures à corps mou, de couleur gris foncé, d'une longueur variant de 1,3 à 10 cm. Elles rampent sur les plantes en laissant derrière elles une traînée de bave luisante. Elles se nourrissent du feuillage de la plupart des plantes de serre, déchiquetant les feuilles et pouvant même détruire entièrement un plant.

- Les escargots sont de même couleur et aspect que les limaces, à la différence qu'ils transportent toujours leur coquille. Les coquilles ont des couleurs et des marques variées et mesurent de 1,3 à 5 cm de diamètre. Les escargots sont particulièrement préjudiciables aux jeunes plants. Ils perforent les fleurs et les feuilles de nombreuses plantes, qu'ils abandonnent visqueuses et déchiquetées.

- Un seul escargot peut pondre jusqu'à 100 œufs, selon l'espèce. La limace est moins prolifique et, s'il fait sec, ses œufs attendent pour éclore que le milieu soit de nouveau humide.

- Les escargots et les limaces ont besoin d'un milieu humide et d'une forte hygrométrie pour survivre. Ils fuient le soleil et sortent surtout la nuit ou par temps couvert. Le jour, les limaces se cachent sous des planches et des pierres ou à d'autres endroits qui leur procurent ombre et humidité. Si l'air ou le substrat est sec, l'escargot se rétracte au fond de sa coquille et entre dans une période de dormance qui peut durer jusqu'à 4 ans.

- Certains producteurs disent qu'ils ont obtenu de bons résultats contre les limaces avec certains nématodes parasites.

On peut lutter indirectement contre ces organismes en éliminant autant que possible leur habitat de prédilection :

- Éliminer les planches, les briques et autres objets en contact avec le sol ou les disposer de manière à ce que l'air puisse circuler tout autour.

- Maintenir une densité de peuplement qui permette aux rayons du soleil d'atteindre le sol, à l'air de circuler et au substrat de s'assécher.

- Si une faible densité de peuplement n'est même pas souhaitable, éparpiller sur le sol un matériau qui rebute les escargots, tel que des copeaux de thuya grossiers ou des coquilles d'œuf écrasées.

- La sciure de bois et la terre de diatomées repoussent efficacement les mollusques, à condition qu'elles soient sèches.

On peut attirer ou capturer les limaces et les escargots, pour les détruire ensuite, à l'aide de divers dispositifs.

- Des coupelles remplies de bière ou d'un mélange d'eau et de levure commerciale comme appât.

- Des moitiés de pamplemousses ou des pots de fleurs posés à l'envers sur le sol, recouvrant des escargots et des limaces écrasés.

La lutte chimique fait appel à des substances pesticides présentées sous forme d'appâts.

- Le métaldéhyde est toxique. Ne pas jamais le laisser à la portée des enfants et des animaux domestiques.

- L'usage prolongé de ces appâts engendre presque inévitablement de la résistance au sein de la population locale d'escargots et de limaces.

Cloportes
Les cloportes ont un corps ovale, gris et aplati, mesurant jusqu'à 13 mm de longueur, garni de sept paires de pattes. On reconnaît le cloporte commun à ses deux appendices en forme de queue, absents chez le cloporte vulgaire.

- Tous deux sont détritivores (s'alimentent de matière organique en décomposition) mais peuvent, à l'occasion, se nourrir des racines et des parties tendres des plantes, endommageant ainsi les plantules. Ils se nourrissent la

nuit et se dissimulent le jour, préférant des endroits sombres et humides, riches en matières organiques.

- La stérilisation du sol et l'élimination de tout débris végétal en décomposition ainsi que de tout lieu humide contribueront à prévenir toute pullulation de ces organismes.

- Bon nombre des stratégies de lutte employées contre les limaces et les escargots sont également efficaces contre les cloportes.

Collemboles

Ces petits insectes, dépourvus d'ailes, mesurent 2 à 6 mm de long. Ils peuvent être blancs, gris, jaunes, rouges, orangés, pourpres, bruns ou tachetés.

- On les trouve habituellement à la surface du sol humide des pots ou dans le sol même.

- À l'extrémité de leur abdomen un organe qui fait fonction de ressort leur permet de faire des bonds.

- La plupart sont détritivores, se nourrissant de matière organique en décomposition, d'algues ou de champignons. Comme ils ne s'en prennent pas d'ordinaire aux végétaux vivants, la lutte chimique est rarement justifiée.

Chrysomèle rayée du concombre

Ce coléoptère jaune-vert mesure environ 6 mm de long et se caractérise par trois rayures longitudinales. La chrysomèle rayée du concombre, ainsi que sa proche parente, la chrysomèle maculée du concombre, sont des vecteurs de la bactérie *Erwinia tracheiphila* qui provoque la flétrissure bactérienne dans les cultures de concombre et d'espèces apparentées comme le melon et la courge.

- La chrysomèle rayée du concombre hiverne au stade adulte sous les feuilles, les vieux rondins ou les détritus. Elle sort le printemps suivant, s'accouple et s'alimente pendant plusieurs semaines. Elle pond ses œufs jaune orangé dans le sol à la base des plants.

- Les larves éclosent habituellement 10 jours plus tard pour se nourrir des racines des plantes pendant 2–6 semaines. À maturité, les larves mesurent environ 9 mm de long. La pupaison se produit dans le sol. Les adultes sortent des pupes après environ 1 semaine. On ne compte qu'une génération de cet insecte par année en Ontario.

- Les adultes endommagent les plants en grignotant les feuilles, les tiges et les fruits. Le plus gros des dommages est toutefois attribuable à la bactérie responsable de la flétrissure qui habite leur tube digestif et qui résiste à l'hiver, protégée par le corps des chrysomèles en diapause. Au printemps, l'insecte inocule la maladie aux plantes par ses morsures de nutrition.

- Il n'y a aucun moyen d'enrayer la flétrissure une fois que la plante est infectée. Les feuilles inoculées flétrissent généralement dans les 5–6 jours et la plante meurt en moins de 2 semaines. La chrysomèle rayée du concombre peut aussi transmettre le virus de la mosaïque du concombre.

- L'idéal est d'installer des filets anti-insectes sur toutes les ouvertures de la serre pour empêcher les adultes d'y pénétrer.

Symphyles

On trouve les symphyles, petits insectes blancs ressemblant à des mille-pattes, sous les pierres, dans le bois pourri et dans des sols humides et riches en matière organique en décomposition. Les symphyles ont un corps mince, long et blanc (1 à 5 mm), 10–12 paires de pattes ainsi que de longues antennes. (Les mille-pattes ont pour leur part 15 paires de pattes.)

- Contrairement aux mille-pattes qui sont des prédateurs utiles, se nourrissant de nombreux insectes, les symphyles peuvent s'en prendre aux racines des plantes. Sur les racines de nombreuses cultures, on reconnaît les dégâts des symphyles aux marques noires minuscules correspondant aux lésions hémisphériques creusées dans les tissus. Les racines blessées s'épaississent et la plante devient chétive.

- Les lésions causées par les symphyles sur les racines et les poils absorbants sont les points d'entrée des maladies provoquant la pourriture des racines.

- La stérilisation du sol à la vapeur ou l'élévation de sa température par solarisation contribue à réduire les populations de symphyles.

Punaises ternes

Ces insectes d'environ 6 mm sont de couleur jaune-brun et possèdent un appareil buccal de type piqueur. Les adultes et leurs nymphes vertes se nourrissent d'une très vaste gamme de cultures et de mauvaises herbes. Ils peuvent être redoutables pour les cultures de serre comme le chrysanthème, le gerbera, le concombre et le poivron.

- Les punaises déposent leurs œufs dans le tissu de la plante et les petites nymphes complètent leur cycle biologique en 4 semaines environ. Elles endommagent les jeunes pousses en provoquant la déformation du feuillage et la mort ou la déformation des boutons floraux. Elles sont particulièrement actives pendant l'été et vers la fin de l'automne et peuvent pénétrer dans les serres en provenance de mauvaises herbes avoisinantes.

- Elles ont tendance à apparaître dans les cultures où l'utilisation de pesticides est minimale. Un bon moyen d'en réduire les populations est d'éliminer les mauvaises herbes qui leur servent d'hôtes au printemps et en été ou d'abris pendant l'hiver.

- Des moustiquaires sur les ouvertures de la serre sont efficaces contre cet insecte.

Mineuse de la tomate

La mineuse de la tomate est un insecte nuisible semi-tropical qui peut infester les cultures de tomates en Ontario. Elle endommage les plants en s'alimentant des feuilles et des fruits.

La mineuse de la tomate peut aussi avoir comme hôte la pomme de terre et l'aubergine et, parmi les mauvaises herbes, la morelle et les espèces apparentées.

- La mineuse est une petite noctuelle brun pâle d'environ 6 mm de long. De mœurs nocturnes, elle pond le gros de ses œufs sur les feuilles les plus jeunes durant les toutes premières nuits de sa période active. Au sortir de l'œuf, les larves déambulent un court moment sur les feuilles avant d'y pénétrer pour creuser leurs galeries.

- Il y a quatre stades larvaires, les deux premiers se déroulant à l'intérieur des feuilles. Durant les deux derniers stades, les larves se cachent dans deux feuilles qu'elles ont reliées par des fils, dans une feuille repliée sur elle-même ou à l'intérieur du fruit. Les larves ont cette caractéristique de rentrer dans les fruits juste sous le calice.

- Les larves à maturité peuvent soit rester sur le plant, soit tomber au sol pour la pupaison. Au sol, la pupaison se produit normalement dans les 15 premiers centimètres de sol. La mineuse de la tomate n'entre pas en diapause, si bien qu'elle continue de se propager pendant toute l'année, ralentissant un peu ses activités pendant les périodes de froid. Le cycle biologique complet, de l'œuf à l'adulte, dure habituellement de 28 et 70 jours, selon la température. À 24 °C , il dure 28 jours et à 30 °C, seulement 19 jours.

Moyens de lutte :

- Inspecter toutes les plantules, à la recherche de dommages causés par les larves.

- Détruire tous les vieux plants infestés et les débris de cultures infestées.

- Dépister la mineuse de la tomate à l'aide de pièges sexuels ou lumineux et par des inspections régulières des cultures. À noter que les pièges sexuels attirent uniquement les mâles de la mineuse de la tomate, tandis que les pièges lumineux attirent les deux sexes ainsi que de nombreuses autres espèces d'insectes.

- Enlever à la main les feuilles endommagées et détruire les larves abritées dans les galeries.

- Détruire les mauvaises herbes et les sauvageons de tomate à l'intérieur et aux abords de la serre.

- Poser des filets anti-insectes sur les prises d'air.

Ravageurs vertébrés

Les rats et les souris peuvent être très préjudiciables dans la serre. Ils se nourrissent de n'importe quel type d'aliments et causent des dégâts en rongeant et en creusant.

- Le surmulot ou rat d'égout et le campagnol des champs sont les déprédateurs vertébrés les plus communs des serres. Les appâts renfermant des rodenticides à base de chlorophacinone, de diphacinone, de warfarine et de phosphure de zinc donnent certains résultats. Les trois premiers produits chimiques sont des anticoagulants qui nécessitent habituellement des doses multiples. Le phosphure de zinc n'est pas un anticoagulant et il est plus toxique; une seule dose peut suffire à tuer le rongeur.

- Prendre soin de déposer les appâts sous des abris hors d'atteinte des animaux domestiques et des enfants.

Pour réduire au minimum les risques d'apparition d'une résistance aux rodenticides, particulièrement aux anti-coagulants, il faut toujours les utiliser en prenant en plus les mesures suivantes :

- Ranger dans des récipients bien fermés tout ce qui peut constituer de la nourriture pour les rongeurs.
- Concentrer les pièges à ressort (tapettes) aux endroits qui paraissent fréquentés, à raison d'un piège tous les 2–3 m le long des parois de la serre.
- Placer les pièges perpendiculairement à la paroi, avec l'appât et le déclencheur du côté de la paroi.
- Manipuler les pièges et les appâts avec des gants pour éviter d'y laisser des odeurs humaines.
- Essayer différents appâts. Appâts suggérés : beurre d'arachide mélangé à de l'avoine, raisins secs, jujubes ou autre aliment collant, ainsi que du coton, matière que les rongeurs aiment pour faire leur nid.
- Comme agents de lutte biologique, garder plusieurs chats dans la serre, des chattes de préférence, car elles sont en général plus prédatrices que les mâles.

Nématodes parasites des racines

Les nématodes qui parasitent les plantes sont de minuscules organismes (< 1 mm de long) vermiformes, qui vivent dans la zone racinaire du substrat. On les divise en deux grands groupes : les ectoparasites (qui attaquent les plantes de l'extérieur) et les endoparasites (qui passent au moins une partie de leur cycle biologique à l'intérieur des tissus des plantes).

- Tous les nématodes parasites sont pourvus d'un stylet buccal qui leur sert à injecter de la salive dans les tissus des végétaux. Et c'est justement cette salive qui cause le plus de dommages et qui entraîne la nécrose des tissus ou la prolifération des cellules hypertrophiées qui forment les galles.
- Les nématodes endommagent les plantes essentiellement en minant leur capacité d'absorber l'eau et les éléments nutritifs. Au-dessus du sol, la présence des nématodes se manifeste par des plants chétifs qui se fanent au soleil, des feuilles jaunes ou vert pâle, et des fruits ou des fleurs rabougris.
- Dans les serres où le sol est traité chimiquement contre les nématodes après chaque culture, les infestations réapparaissent souvent parce que les produits chimiques ne descendent pas assez loin dans le sol. Il faut toujours aérer suffisamment les sols traités avec des nématicides pour ne pas nuire à la culture suivante.

Nématode des racines, *Pratylenchus penetrans* (Cobb)

Nématode indigène des sols de l'Ontario, cet endoparasite peut s'attaquer à une vaste gamme de cultures florales et légumières en serre.

- À tous les stades, ce nématode est filiforme et invisible à l'œil nu.
- Il envahit les tissus extérieurs des jeunes racines, provoquant de petites lésions brunes ou noires de forme elliptique qui, en fusionnant, forment de grandes taches et finissent par tuer les racines.

Nématode cécidogène du Nord, *Meloidogyne hapla* (Chitwood)

Il s'agit d'un autre nématode endoparasite, indigène des sols de l'Ontario. Il s'attaque à presque tous les types de légumes et à de nombreuses espèces florales, notamment le rosier, la violette africaine et le géranium.

- Les premiers stades larvaires sont filiformes et invisibles, alors que les derniers stades et les adultes ont la forme d'une perle ou d'une arachide et sont à peine visibles lorsqu'ils sont extraits des racines.
- Ce nématode envahit les racines et y passe le reste de son existence pour former des renflements, appelés nodosités ou galles, et entraîner une prolifération excessive des racines. Les racines infestées ne changent pas nécessairement de couleur sauf si elles sont attaquées par des bactéries et par des champignons.

Nématode « dague », *Xiphinema diversicaudatum* (Micoletzky)

Il s'agit d'un nématode ectoparasite qui n'est pas indigène en Ontario, mais qui a été introduit dans les serres sur le matériel végétal de multiplication. Comme il préfère les plantes aux racines ligneuses, on le trouve le plus souvent dans les cultures comme le fraisier, la vigne et le rosier.

- Le nématode survit sur les souches des plants, au creux des fourches des racines.

- Étant l'un des plus gros nématodes à s'attaquer aux plantes, ce ver filiforme de 6 mm de long peut être observé à l'œil nu sur les racines si on regarde bien attentivement. Ses morsures de nutrition sur les jeunes racines font apparaître des galles dont l'aspect rappelle les nodosités causées par le nématode cécidogène, mais en plus gros. Ces galles sont en fait un renflement arrondi du bout des racines, qui se remarque d'autant plus que la racine, au-dessus, est nécrosée et amincie.

Nématode à stylet, *Paratylenchus projectus* (Jenkins)

Ce nématode, qui est indigène en Ontario, s'attaque à une vaste gamme de cultures de serre (maraîchères et florales); les rosiers sont particulièrement affectés. Tous les stades de ce nématode sont filiformes et invisibles à l'œil nu.

- Cette espèce est active, aussi bien dans les sols à texture fine (argile) que dans les sols à texture grossière (sable).

- Le nématode à stylet ne pénètre pas à l'intérieur des racines mais il pique les poils absorbants et les cellules superficielles du bout des racines pour ponctionner sa nourriture. Les dégâts de ce nématode ne font pas apparaître de symptôme spécifique, du genre galles ou lésions, au niveau des racines; par contre, ils déterminent des symptômes généraux au niveau des organes aériens.

Nématode cécidogène du Sud, *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White)

Ce nématode endoparasite n'est pas indigène en Ontario, où il ne peut résister aux froids de l'hiver. Mais bien à l'abri dans les serres, il est devenu persistant. Nuisible surtout à la tomate et au concombre, il s'attaque également à un certain nombre de cultures florales et de plantes vertes.

- Les dégâts aux racines et les symptômes se distinguent de ceux du nématode cécidogène du Nord par la taille plus grosse des galles et l'absence de pilosité fine sur les galles.

- Sur les plants de tomate, une carence en phosphore (taches violacées) peut se manifester sur la face inférieure des feuilles, ou bien la bordure des feuilles peut s'ourler vers le bas; les plants de tomate et de concombre affectés sont sujets au flétrissement.

Nématodes parasites des feuilles

Un petit nombre d'espèces de nématodes s'attaquent au feuillage des plantes. Leur présence se manifeste par des symptômes s'apparentant à ceux de plusieurs maladies et carences nutritionnelles.

Nématode des feuilles du fraisier, *Aphelenchoides fragariae* (Ritzema Bos)

Ce nématode n'est pas indigène en Ontario mais il a été introduit par des plants de pépinière. Il pose surtout problème chez le bégonia, mais il peut aussi s'attaquer à d'autres plantes ornementales de serre.

- Invisible et filiforme, il se déplace dans la fine pellicule d'eau à la surface des tiges et des feuilles.

- Il entre dans les feuilles par les stomates et se nourrit des tissus internes de la feuille, entraînant la formation de petites ponctuations brunes à auréole aqueuse sur la face inférieure des feuilles; ces taches s'étendent puis fusionnent, deviennent brun foncé et visibles sur la face supérieure. Pour finir, toute la feuille est malade.

Nématode des feuilles du chrysanthème, *Aphelenchoides ritzemabosi* (Shwartz)

Ce nématode, non originaire de l'Ontario, a également été introduit par des plants de pépinière. Il est pratiquement identique au nématode des feuilles du fraisier. Il se déplace et infeste les plants de la même manière.

- Les premiers symptômes sont des ponctuations brun foncé à la face inférieure des feuilles et le changement de couleur des nervures.

- Ensuite les feuilles infestées brunissent ou noircissent, présentant des taches triangulaires bien distinctes entre les nervures. Pour finir, elles se dessèchent, se recroquevillent et pendent le long des tiges.

Plusieurs méthodes culturales contribuent à limiter les problèmes de nématodes :

- Utiliser un substrat artificiel (sans sol) ou un substrat stérilisé à la vapeur.

- Vérifier que les plants repiqués sont vigoureux et exempts de galles ou de lésions sur les racines.

- Utiliser des cultivars qui résistent aux nématodes ou qui les tolèrent, ou, le cas échéant, des porte-greffes résistants aux nématodes.

- Dans les cultures légumières cultivées dans la terre (p. ex. tomate, concombre), butter les plants avec de la mousse de sphaigne ou de la terre stérilisée afin de stimuler la croissance des racines adventives et de prolonger ainsi la période de fructification.

6. Lutte intégrée contre les maladies

Il est nécessaire, pour la santé des cultures et la rentabilité des exploitations, de bien intégrer les mesures de prévention de la maladie dans le programme global de gestion des cultures.

Tout programme de lutte intégrée doit viser au minimum les objectifs de base suivants :

- Réduire les risques d'introduire des maladies dans la culture.
- Éviter de créer des conditions propices à l'apparition et à la propagation des maladies.

Quelle que soit l'espèce que l'on cultive en serre, un bon programme de lutte intégrée (LI) contre la maladie est un programme qui intègre quelques principes et concepts universels dans le système de production global de cette espèce.

Il est important de bien comprendre les principes de la lutte contre les maladies, et les stratégies qui reposent sur ces principes, pour pouvoir adapter le programme de LI à la situation particulière de la serre et à celle de la culture. Un programme de lutte contre la maladie ne se résume pas à une série de pulvérisations ou de bassinages fongicides visant chacune des cultures. Trop souvent, ces traitements ne font que gommer les symptômes, sans régler le problème.

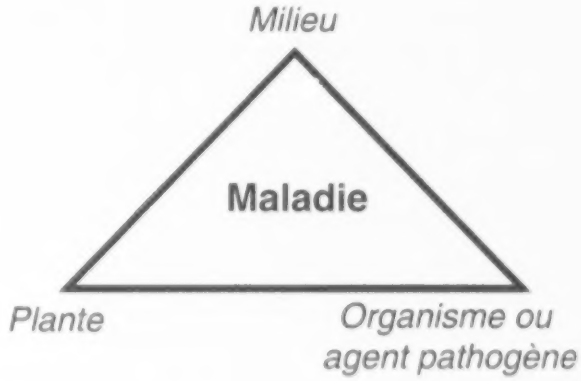
Le concept du « triangle » de la maladie

Trois facteurs doivent être réunis pour qu'une maladie se déclare :

- Un agent ou organisme pathogène causant la maladie (champignon, bactérie ou autre).
- Une plante sensible à cet agent pathogène.
- Un milieu propice à l'interaction de ces deux facteurs.

Par exemple, *Thielaviopsis basicola* s'attaque au poinsettia lorsque les températures de l'air et du substrat sont fraîches (15–17 °C), le pH du substrat élevé (plus de 6,5) et l'hygiène insuffisante.

On entend ici par milieu le sol ou substrat dans lequel poussent les racines et le milieu ambiant qui entoure la partie aérienne de la plante.



Pour ce qui a trait au sol ou substrat, il faut surveiller :

- le pH
- les teneurs en éléments nutritifs et leur équilibre
- la conductivité électrique
- la capacité de rétention de l'humidité
- le drainage
- l'oxygénation.

Pour ce qui a trait au milieu ambiant des parties aériennes, il faut surveiller :

- l'éclairement
- la température
- la circulation de l'air
- l'humidité relative
- la qualité de l'air.

Les six principes de la lutte contre les maladies

Exclusion

- Empêcher les organismes pathogènes de s'établir dans la serre est l'un des aspects les plus importants de la lutte contre la maladie. Par exemple, les serristes qui produisent des plants-mères de géranium appliquent ce

principe lorsqu'ils achètent chaque année de nouvelles boutures ayant été déclarées exemptes d'organismes pathogènes à l'issue d'un indexage virologique. Ils réduisent ainsi les risques d'introduire des infections cryptogamiques (fongiques) et bactériennes comme la rouille du géranium ou la flétrissure bactérienne.

- Les producteurs qui utilisent des substrats à base de terreau ou de compost font subir à ce matériau une pasteurisation qui élimine les organismes pathogènes du sol. L'utilisation de pots, de caissettes et de plateaux alvéolés neufs et propres contribue aussi à prévenir les infestations des nouvelles cultures.

Précautions

- Il s'agit ici d'adopter des pratiques qui tombent sous le gros bon sens pour éviter des situations qui favorisent l'apparition de la maladie. Par exemple, ne pas arroser par aspersion vers la fin de la journée pour ne pas créer de conditions propices au déclenchement d'une infection par *Botrytis*.

Résistance

- La résistance est la capacité intrinsèque de la plante-hôte de rester saine ou de résister aux agressions d'un organisme pathogène, malgré la présence de ce dernier ou de conditions favorables à sa propagation. Par exemple, la plupart des nouveaux cultivars de tomates ont été sélectionnés pour leur résistance génétique aux pourritures des racines et du collet par *Fusarium*.

Protection ou prévention

- Lorsque les conditions sont propices à une maladie, on peut souvent protéger les cultures en utilisant des fongicides systémiques, avant même l'apparition des premiers symptômes.

- Par exemple, on peut protéger les bractées du poinsettia contre les infections par *Botrytis* en fumigeant le substrat avec du Decree à la fin de chaque cycle de culture de cette plante. On peut aussi protéger le cyclamen contre la pourriture du collet à *Fusarium* en traitant systématiquement le sol par un arrosage abondant (bassinage).

Éradication

- Différents moyens permettent d'enrayer les organismes pathogènes. La pasteurisation à la vapeur des planches de culture ou des matelas de laine de roche permet par exemple d'éliminer les nématodes et les organismes pathogènes du système racinaire. Les produits désinfectants comme l'eau de Javel ou les composés de chlorure d'ammonium quaternaire sont efficaces contre les bactéries ou les spores de champignons qu'on retrouve dans la poussière, sur les banquettes, à l'extérieur ou à l'intérieur des conduites ou goutteurs des réseaux goutte-à-goutte, ou sur les outils servant à la multiplication des plants ou aux soins culturaux.

- Les sélectionneurs et les producteurs de boutures de plants-mères utilisent systématiquement l'indexage virologique et la culture de tissus pour vérifier l'absence de bactéries et de virus chez les plants qu'ils multiplient par voie végétative.

Traitements curatifs

On applique des traitements curatifs sur les plants infectés pour enrayer la sporulation et la propagation du champignon causal. Par exemple, on pulvérise du Meltatox sur le feuillage des rosiers pour tuer le mycélium du champignon responsable du blanc.

Stratégies fondamentales de la lutte intégrée contre les maladies

Réglage des paramètres de milieu

Il s'agit ici d'intervenir non seulement au niveau de la température ambiante et de l'humidité relative, mais également de la composition du substrat, de son pH, de la conductivité électrique, de la température du sol, de l'éclairement et de la circulation d'air.

- Il est important de bien connaître et comprendre les conditions de croissance optimales d'une culture et les maladies communes qui la menacent.

- Éviter les niveaux extrêmes d'humidité relative ou, surtout, les changements brusques d'humidité relative afin de limiter les conditions propices à la prolifération du champignon *Botrytis*, du blanc et du mildiou et d'y exposer les plants le moins longtemps possible.

- Se rappeler que la température à la surface des feuilles est plus faible dans les serres recouvertes de plastique que dans les serres en verre, à cause du rayonnement dans le rouge lointain qui augmente la déperdition calorifique.

- S'assurer que l'air circule bien dans toute la serre pour que la température soit uniforme partout dans la culture et pour éviter que l'humidité ne se condense sur certains plants, surtout le soir, ce qui créerait des conditions idéales pour l'apparition du blanc et des infections par *Botrytis*.

- Éviter autant que possible de soumettre la culture à *toute* condition extrême. Par exemple, dans le cas des cyclamens, la combinaison forte chaleur et surfertilisation favorise la pourriture du collet et des racines par *Fusarium* et la combinaison forte chaleur et forte humidité relative rend les boutures vulnérables aux attaques par *Rhizoctonia* pendant ou juste après la multiplication. Éviter aussi les températures basses qui, elles, sont favorables à la prolifération de *Pythium* dans les cultures qui ont besoin de chaleur.

Modification des pratiques culturales

Les plantes qui souffrent constamment de stress sont plus vulnérables aux attaques des organismes pathogènes. Il y a stress ou agression quand le milieu où vivent les racines ou les parties aériennes de la plante ne remplit pas toutes les conditions nécessaires à leur bon développement.

- Bien comprendre ce dont la culture a besoin pour assurer sa croissance. Les cultures ne tolèrent pas toutes les mêmes conditions. Par exemple, contrairement aux racines de la primevère, les racines du lis de Pâques ne tolèrent pas un substrat ou sol détrempé, peu oxygéné.

- Vérifier chaque semaine le pH du substrat ou du sol et sa conductivité électrique.

- Éviter les apports de fertilisants lorsque la salinité du sol ou du substrat est élevée. Le niveau à partir duquel on considère que la salinité est élevée varie selon la culture et le stade phénologique. La salinité provoque des blessures sur les poils absorbants et les jeunes racines qui deviennent alors des points d'entrée pour les organismes pathogènes.

- Utiliser des contenants propres et des substrats poreux et bien drainés qui sont moins hospitaliers pour les organismes pathogènes tels que *Pythium* et *Phytophthora*.

- Si des maladies foliaires se déclarent régulièrement, réexaminer les réglages et les pratiques concernant la température, l'humidité relative, la circulation d'air et l'arrosage. On peut souvent diminuer l'incidence des maladies foliaires en relevant la température dans la serre la nuit ou en relevant le seuil minimal de la température des conduites chauffantes.

Hygiène et élimination des plantes malades

L'hygiène est la première composante de tout programme de lutte antiparasitaire. Si une source d'infection ou d'infestation est constamment présente à cause d'un manque d'hygiène, les programmes de lutte contre la maladie deviennent de plus en plus coûteux et d'une efficacité décevante. De bonnes habitudes d'hygiène constituent la première ligne de défense contre la maladie dans la serre et ses annexes (chaufferie, par exemple), ainsi qu'aux abords immédiats, et ce, durant tous les stades de la production.

L'hygiène de la serre oblige à des efforts continus à longueur d'année. **La propreté seule ne suffit pas pour enrayer les problèmes phytosanitaires, mais elle est la condition première de tout programme de lutte et doit faire partie intégrante de toutes les stratégies mises en œuvre.** Les précautions suivantes sont importantes :

- Installer des pédiluves aux endroits où l'on passe d'une chapelle à l'autre, en particulier entre les chapelles consacrées à la multiplication ou culture des plants-mères. Il est indispensable de renouveler régulièrement la solution désinfectante des pédiluves. Se conformer au mode d'emploi du désinfectant utilisé. L'eau de Javel à usage domestique n'est pas recommandée dans les pédiluves.

- Sortir de la serre les plantes, les feuilles et les fleurs mortes et fanées dès qu'on les remarque. Dans la culture du géranium, le prélèvement de toutes les fleurs et leur évacuation de la serre joue un rôle appréciable pour réduire l'incidence de *Botrytis*. Ne pas laisser de plants malades sous les banquettes.

- Jeter les plants atteints de maladies tenaces dans des poubelles commerciales et les porter au dépotoir pour réduire les sources d'inoculum.

- Pour évacuer les végétaux malades, utiliser des brouettes ou des chariots strictement réservés à cet usage. À défaut, les désinfecter après chaque usage.

- Exiger des employés qu'ils portent des gants jetables quand ils manipulent des plants malades. À défaut, exiger qu'ils se lavent les mains soigneusement avec du savon ou une lotion bactéricide avant de commencer une autre tâche. De même, lorsqu'ils prélèvent des boutures, ils doivent se laver les mains chaque fois qu'ils passent à un autre cultivar.

- Entasser les déchets de cultures normaux à bonne distance de la serre et en aval des vents dominants pour

empêcher que des particules de substrat ou de tissus végétaux ne rentrent dans la serre sous l'effet du vent ou de l'aspiration par les ventilateurs. Il est préférable de recouvrir ces déchets ou, sinon, de les emporter à intervalle régulier hors de l'exploitation.

- Garder propres les allées de la serre et les surfaces des banquettes.

- Inspecter minutieusement les parties aériennes et les racines du matériel végétatif que l'on achète pour produire les plants-mères. Avant de le rentrer dans la serre, il vaut mieux le placer en quarantaine pendant un certain temps.

- Éviter de garder des plantes d'intérieur ou de jardin dans la serre pendant l'hiver. Elles peuvent être une source de maladies.

- Maintenir un bon drainage pour éliminer les flaques et les surfaces humides, car elles sont des lieux de reproduction idéaux pour les mouches des terreaux et les mouches des rivages. Ces insectes nuisibles sont une source possible d'infection par les organismes pathogènes des racines tels que *Pythium* et *Fusarium*.

- Maintenir la serre exempte de mauvaises herbes susceptibles d'abriter des organismes pathogènes comme le virus de la tache nécrotique de l'impatiente/virus de la maladie bronzée de la tomate (INSV/TMSV) ou des insectes qui peuvent être vecteurs de maladies ou de virus.

- En culture sur sol, désinfecter le terreau/sol avant d'y installer les cultures d'hiver pour limiter la présence d'organismes pathogènes s'attaquant aux racines et au collet des plantes.

- Désinfecter régulièrement à la vapeur les banquettes où l'on élève les plants-mères.

- Avant de s'en servir, désinfecter les banquettes et les plateaux de culture des plants-mères afin d'éliminer les bactéries et les champignons.

- Utiliser des banquettes en métal déployé pour faciliter le nettoyage et limiter la propagation et la survie des organismes pathogènes pendant la multiplication des plants.

- Balayer ou aspirer les surfaces des banquettes, avant de les désinfecter, pour assurer un contact maximal avec la solution désinfectante et donc un maximum d'effet. Si nécessaire, laver à grande eau les banquettes et les parois de la serre avec des détergents horticoles pour détruire les algues avant de désinfecter.

- Vider et désinfecter le bassin collecteur où retourne la solution nutritive recyclée, en même temps que les sols de béton ou les rigoles, pour ne pas recontaminer les aires de production.

- Tremper les couteaux à bouturer dans de l'alcool à 70 %, entre chaque cultivar, pour ne pas propager les maladies.

- Entre deux récoltes, faire une désinfection totale (vide sanitaire) de la structure de la serre (murs), des conduites chauffantes, des allées, des banquettes et du matériel de serre. Avec certains systèmes de production, le vide sanitaire n'est pas toujours réalisable.

Désinfectants

Ces produits ont un rôle important dans la prévention et l'éradication des virus et des champignons pathogènes dans la serre. Il en existe un certain nombre :

- L'*Agribrom* peut être utilisé pour détruire l'enduit microbien visqueux qui se développe dans les installations de refroidissement par évaporation, ainsi que les algues et les enduits microbiens dans le réseaux d'irrigation. Toutefois, le maintien de la concentration voulue d'Agribrom dans les réseaux d'irrigation automatiques, même avec le « brominator », distributeur-doseur spécialement conçu, s'est révélé difficile pour la plupart des producteurs.

- L'*eau de Javel*. On recommande généralement d'utiliser une solution titrant 0,5–1 % d'hypochlorite de sodium (1 partie d'eau de Javel à usage domestique pour 9 parties d'eau). Le chlore désinfecte efficacement, mais il se volatilise rapidement quand il est mélangé à l'eau et il perd la moitié de sa puissance en deux heures. Si des plantes se trouvent à proximité de l'aire désinfectée, aérer abondamment car les émanations d'eau de Javel peuvent les affecter. La matière organique inactive très rapidement le chlore. Il faut savoir que si des surfaces désinfectées au chlore sèchent rapidement, il pourra s'en dégager du chlore résiduel lorsqu'elles seront à nouveau mouillées.

- L'*Horti-Klor* est un agent nettoyant ou détergent qu'on peut utiliser en premier lieu pour enlever les algues et les résidus de plantes sur le matériel de conditionnement des plantes. Suivre le mode d'emploi du fabricant.

- Le *Chemprocide* est un composé de chlorure d'ammonium quaternaire doué d'un large spectre d'activité fongicide et bactéricide, dont l'usage est recommandé pour désinfecter les surfaces et les pédiluves.

- Le *Floralife D.C.D.* est un composé de chlorure d'ammonium quaternaire à action fongicide et bactéricide. Nettoyer à fond les surfaces avant de les désinfecter et faire en sorte qu'elles restent humides pendant 10 minutes pour que le produit agisse.

- Le *Virkon* est un désinfectant à triple action fongicide, bactéricide et virucide.

- Les composés de chlorure d'ammonium quaternaire sont très stables parce que le chlore n'y est pas volatil, mais ils désinfectent comme l'eau de Javel. Comme celle-ci également, ils sont inactivés quand ils entrent en contact avec une matière organique. Il est donc très important d'enlever le plus possible de matière organique sur les surfaces à désinfecter.

Matériel exempt d'organismes pathogènes

Acheter les boutures auprès d'entreprises spécialisées dans la sélection des végétaux ou la production de plants-mères pour réduire au minimum les risques d'introduire des maladies dans la serre.

- Si possible, isoler le nouveau matériel de façon à réduire les risques de contamination.

- Remplacer les plantes-mères régulièrement, tous les trois mois ou tous les six mois, selon l'espèce cultivée.

- Pratiquer un vide sanitaire : sortir tout ce qui reste de la culture précédente et assainir les lieux à fond avant d'y apporter le nouveau matériel. À défaut de vide sanitaire, isoler le nouveau matériel dans une zone distincte.

Lutte contre les vecteurs

De nombreux virus et viroïdes sont propagés par des insectes. Ainsi, les pucerons propagent la jaunisse de l'aster dans les chrysanthèmes, et les thrips des petits fruits, le virus de la tache nécrotique de l'impatiente ou virus de la maladie bronzée de la tomate.

- La pose de filets anti-insectes devant les ouvertures et volets d'aération de la serre mérite d'être envisagée. Elle réduit l'entrée des insectes dans la serre et facilite la lutte contre les insectes nuisibles.

- On sait maintenant que les larves de mouches des terreaux propagent les spores de *Pythium*. Leurs larves endommagent les jeunes racines en s'alimentant. Les recherches ont démontré que les larves de mouches des terreaux hébergent fréquemment les oospores de *Pythium* (spores sexuées à parois épaisses) dans leur tube digestif, et qu'elles assurent ainsi leur dissémination. Les adultes peuvent aussi transporter cet organisme pathogène sur leurs pattes et leurs pièces buccales.

- La lutte contre les algues et un drainage adéquat des zones situées sous les banquettes permettent d'abaisser les populations d'insectes et de limiter la propagation de certaines maladies.

Résistance des plantes hôtes

Il existe des différences entre les cultivars quant à la vulnérabilité à certaines maladies. Les obtenteurs et sélectionneurs de végétaux commencent à faire appel au génie génétique pour rendre les cultures plus résistantes à la maladie.

Lutte chimique

L'emploi de fongicides a toujours été à la base de la lutte contre la maladie. On les utilise pour protéger des plantes saines, pour traiter des plants infectés ou pour éradiquer les maladies. Il est primordial d'utiliser en alternance des fongicides ayant des modes d'action différents de façon à réduire les risques de voir apparaître une résistance.

Il faudra à l'avenir ne plus compter autant sur les fongicides, d'abord parce qu'on trouvera sur le marché de moins en moins de formulations efficaces, ensuite parce que la crainte de contamination de l'environnement ira croissant.

Lutte biologique

La lutte biologique fait appel à des champignons et à des bactéries capables de réduire fortement les populations d'organismes pathogènes, sans nuire aux cultures. Les auxiliaires de lutte biologique ont plusieurs modes d'action : la compétition, l'antibiose, le parasitisme ou la résistance induite. La plupart d'entre eux sont à usage préventif et doivent être appliqués au moment de la mise en culture.

Trois fongicides microbiens ou biofongicides, le **Mycostop**, le **Sporodex** et le **Rootshield,** ont été homologués récemment au Canada pour usage dans les cultures en serre. Le Mycostop est homologué pour usage contre la fonte des semis, la pourriture des racines et des tiges, et la flétrissure due à *Fusarium*. La bactérie terricole qui en est l'ingrédient actif, *Streptomyces griseoviridis* K61, exerce son action fongicide par hyperparasitisme et synthèse de substances antibio-

tiques. L'action du Mycostop étant préventive, ce produit doit être appliqué sous forme de solution dont on arrose abondamment le substrat, immédiatement avant l'empotage. Ce traitement est renouvelé toutes les 3 à 6 semaines suivant le degré de l'infestation à combattre.

Le Rootshield est homologué pour usage contre *Fusarium*, *Pythium* et *Rhizoctonia* dans toutes les cultures ornementales. Il exerce son action protectrice en colonisant la surface des racines et la rhizosphère, ce qu'il réussit à faire en assimilant les déchets que les racines rejettent dans le sol durant leur croissance normale. Il parasite également les champignons pathogènes en émettant des enzymes qui dégradent leurs membranes cellulaires. Le Rootshield doit être appliqué immédiatement après la germination ou l'enracinement ou la mise en place des boutures végétatives. Il existe en deux formulations, l'une, en granulés qu'on incorpore au substrat pendant sa confection, l'autre, qui s'applique par un arrosage abondant du substrat où l'on vient de repiquer des jeunes plants ou des boutures.

Le Sporodex a reçu son homologation pour usage contre le blanc (oïdium) sur le concombre et le rosier de serre, mais, au moment d'aller sous presse, il n'était toujours pas distribué dans le commerce. Ce produit est une suspension liquide de spores du champignon *Pseudozyma flocculosa* qui exerce un antagonisme puissant contre les espèces fongiques responsables du blanc. Des études donnent à penser qu'il sécrète des antibiotiques qui dérèglent les membranes cellulaires. Il est conseillé de commencer à appliquer le Sporodex dès les premiers symptômes de blanc et de renouveler le traitement ensuite une fois par semaine. L'efficacité est maximale quand la température est de 25 °C et l'humidité relative supérieure à 70 %; il est donc préférable de traiter le plus tard possible dans la soirée ou par journée nuageuse ou pluvieuse. Adjoindre un agent mouillant à la solution.

Des chercheurs de l'Université de Guelph étudient un autre agent biologique, *Gliocladium roseum*, pour la lutte contre *Botrytis*. Des souches sélectionnées se sont avérées efficaces dans une large gamme de cultures, mais n'ont pas encore été homologuées.

Les agents de lutte biologique, tout comme les pesticides, ne sont pas un remède universel contre les maladies des plantes. Ils ne dispenseront jamais le producteur d'appliquer de bonnes stratégies de conduite des cultures.

Conditions de la réussite

- Miser sur la prévention davantage que sur les remèdes. L'approche préventive est cruciale quand on exploite une serre avec recyclage de la solution nutritive et irrigation souterraine.

- Inspecter les cultures toutes les semaines ou [illegible] minimum) toutes les deux semaines.

- Inspecter les cultures afin de détecter rapidement les problèmes. Il s'agit non seulement de scruter le feuillage et les racines des plantes, mais également de vérifier les paramètres ambiants commandés par ordinateur ou réglés manuellement.

- À titre d'exploitant-gestionnaire, tenir des registres détaillés permettant de rapprocher et recouper les différents types de données, sur les cultures, l'environnement, les insectes et les maladies, et d'en faire l'analyse.

- Noter aussi les conditions météorologiques afin d'être en mesure de prévoir les problèmes de maladie. Par exemple, si l'été est frais, nuageux et pluvieux et que le système de chauffage central est débranché, les conditions peuvent devenir propices au mildiou. Chez les producteurs de plants-mères de poinsettia, ce genre de conditions peut entraîner un enracinement lent et inégal des boutures et une recrudescence de la pourriture à *Botrytis* s'ils ne fournissent pas de chaleur d'appoint.

- La personne qui est chargée du dépistage doit communiquer étroitement avec la personne chargée de la conduite générale des cultures. La personne qui effectue les travaux horticoles dans la serre devrait également être chargée du dépistage des maladies et de la surveillance des paramètres ambiants. Dans bien des exploitations, ces tâches devraient être exécutées par un employé, non par le propriétaire-exploitant.

- L'exactitude du diagnostic est fondamentale. Quand l'organisme pathogène en cause n'est pas identifié correctement, il est impossible d'appliquer avec succès les stratégies de lutte culturale ou chimique. Ce sont les champignons du sol qui sont les plus difficiles à identifier par les producteurs. Les échantillons peuvent être envoyés à la Clinique de diagnostic phytosanitaire, de l'Université de Guelph, qui pourra poser le diagnostic exact. Voir l'annexe B pour de plus amples détails à ce sujet. Pour certaines maladies, les producteurs peuvent se procurer auprès d'entreprises comme Agdia des trousses de diagnostic ELISA qu'ils peuvent utiliser eux-mêmes.

- S'appliquer à bien comprendre les maladies qui affectent les cultures que l'on produit. Le choix des méthodes adaptées pour les combattre et du moment opportun pour les mettre en œuvre devient alors partie intégrante d'un processus continu.
- Les organismes pathogènes étant de taille microscopique, apprendre à prévoir les périodes où le risque d'infection est élevé et où les cultures sont vulnérables et agir en conséquence. Se rappeler qu'en règle générale, les symptômes ne deviennent visibles que lorsque l'organisme pathogène est présent depuis un bon moment déjà et qu'il est alors devenu plus difficile à combattre.

7. Principales maladies des plantes de serre

Maladies cryptogamiques (mycoses)

Botrytis (moisissure grise)

Le champignon *Botrytis cinerea* est à l'origine de nombreuses maladies communes chez les plantes ornementales et les légumes cultivés en serre. Ces maladies portent souvent le nom de « moisissure grise », à cause des spores grises ou brunes qui recouvrent les tissus infectés lorsque les conditions sont favorables à la fructification du champignon.

- Les symptômes d'une infection à *Botrytis* sont des petites taches et flétrissures sur les fleurs, des brûlures ou flétrissures sur les feuilles, des chancres sur les tiges et la pourriture des cormes ou des bulbes.

- Les infections se produisent quand les conidies (spores), en germant, s'infiltrent dans les tissus succulents des feuilles ou des fleurs par les stomates ou les blessures, ou quand du mycélium se développe sur des tissus morts ou sénescents qui touchent des tissus sains de la plante-hôte. Voir la figure 7–1, *Cycle biologique de Botrytis*.

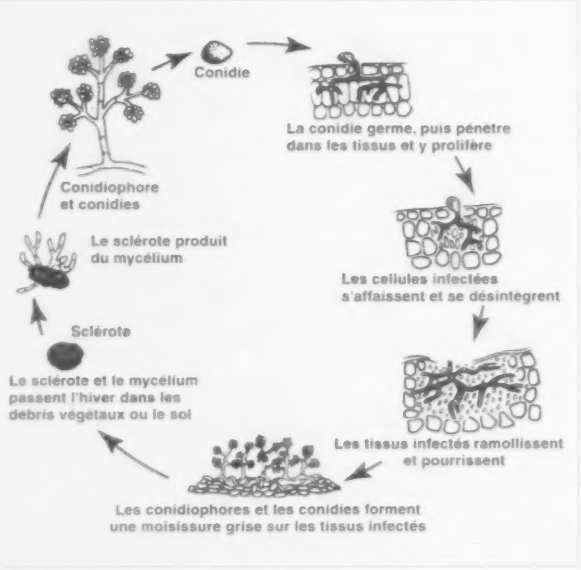
- Chez le cyclamen, le géranium, le rosier ou le poinsettia, *Botrytis* s'attaque aux tissus tendres, sains ou sénescents, riches en éléments nutritifs, des fleurs ou des bractées. Les infections engendrées par le mycélium se produisent ordinairement lorsque des fleurs ou des feuilles infectées tombent sur des feuilles situées au-dessous et y restent collées sous l'effet de leur humidité superficielle.

- Les infections latentes s'installent tel qu'il est décrit plus haut, mais, à cause de conditions environnementales défavorables, elles ne s'extériorisent pas. Les symptômes apparaîtront dès que les conditions deviendront favorables. Ainsi, il arrive fréquemment que des fleurs coupées qui semblent saines à leur sortie de serre présentent, une fois arrivées à destination, des taches jaune-brun sur les pétales.

- *Botrytis* est un champignon ubiquiste — on en trouve les spores partout. Les conidies s'éparpillent très rapidement dans les courants d'air ou dans ou sur les gouttelettes d'eau. La libération des spores est déclenchée par les fluctuations de l'humidité relative. La germination des spores se produit en moins de 3 heures et la sporulation, en 8 heures.

- Les infections à *Botrytis* se déclarent généralement lorsque le temps est frais et pluvieux ou lourd et humide, conditions propices à l'infection et à la sporulation. Les facteurs qui déclenchent l'infection initiale puis l'apparition des lésions sont la température et la présence d'eau libre contenant des éléments nutritifs dissous.

FIGURE 7–1. Cycle biologique de *Botrytis*



Moyens de lutte

- La moisissure grise *(Botrytis)* est souvent perçue comme « la maladie des serres mal tenues ».

- On la combat par les soins culturaux et la modification des conditions environnementales. Par exemple, on peut abaisser l'humidité relative en maintenant la température plus élevée la nuit et en utilisant de bonnes pratiques de ventilation.

- Utiliser un système de régulation informatisée de l'humidité.

- Faire en sorte que l'air circule entre les plants, notamment en les espaçant suffisamment, pour que les

tissus restent secs. Supprimer des feuilles ou des ramifications si les parties aériennes sont trop denses.

- Appliquer les mesures d'hygiène nécessaires avant et pendant la culture. La propreté est essentielle. Enlever les fleurs et les feuilles sénescentes.

- Éviter autant que possible d'irriguer par aspersion ou, à tout le moins, le faire assez tôt dans la journée pour que le feuillage s'assèche avant la nuit.

Taches foliaires, taches florales et brûlures d'origine cryptogamique

Toutes ces maladies sont causées par des champignons pathogènes et leurs symptômes sont très variables. Voir la figure 7-2, *Cycle biologique de la tache foliaire.*

- Les brûlures ou les taches peuvent apparaître sur les feuilles, les tiges ou les fleurs, selon le champignon en cause. De nombreux champignons s'en prennent à ces trois organes de la plante, mais aucun ne s'attaque aux racines ou au collet.

- Les brûlures ou les taches foliaires commencent par se manifester en général sur les feuilles inférieures, puis elles gagnent le reste du feuillage. La plupart des champignons déterminent des taches ou lésions caractéristiques, telles que les taches ocellées (en forme de cible) bordées d'une auréole rougeâtre ou les taches brun clair à cercles concentriques. Les taches peuvent avoir un contour circulaire, anguleux ou irrégulier.

- Les champignons qui causent le plus souvent des taches foliaires appartiennent aux genres *Alternaria, Ascochyta, Cercospora, Phyllosticta, Gloesporium* et *Septoria.* La plupart produisent des conidies à profusion. Les spores des champignons responsables des taches foliaires sont disséminées par le vent ou par les éclaboussures d'eau d'arrosage.

- Les feuilles doivent être humides pour que l'infection se déclenche.

Moyens de lutte

- Faire en sorte que les feuilles et les fleurs soient aussi sèches que possible en surface.

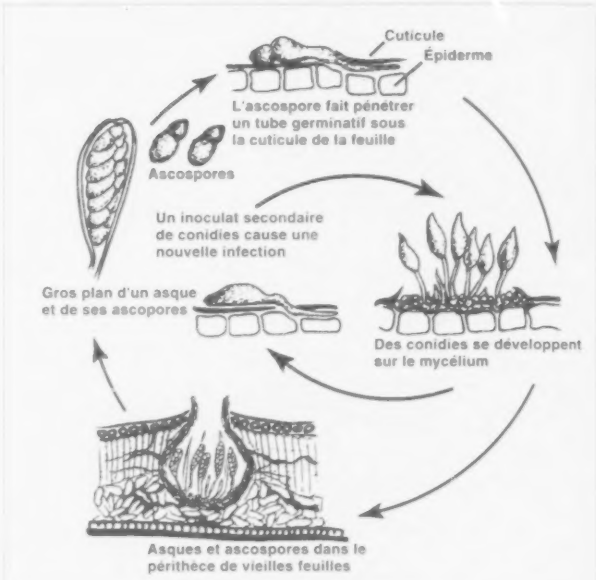
- Éviter l'arrosage par aspersion.

- Assurer une bonne circulation de l'air.

- Débarrasser la serre de toute matière végétale infectée.

- Utiliser des boutures ou des plants-mères exempts de maladie.

FIGURE 7–2. Cycle biologique de la tache foliaire



Les maladies du blanc (oïdium)

Ces maladies cryptogamiques communes se reconnaissent d'emblée au feutrage blanc poudreux qui recouvre les feuilles, les tiges et les organes floraux, et qui rend rapidement les plantes invendables. Elles sont le fait de plusieurs espèces de champignons, dont *Erysiphe, Leveillula* et *Sphaerotheca.* En général, un champignon qui est nuisible pour une culture est inoffensif pour une autre. Étant des parasites obligés, ces champignons ont besoin de végétaux pour accomplir leur cycle biologique.

- Au début de l'infection, les taches sont petites et éparses, mais elles peuvent s'étendre à toute la face supérieure des feuilles. Chez de nombreuses plantes, les feuilles se recouvrent d'une substance duveteuse quand les conditions permettent au champignon de produire un épais mycélium superficiel hérissé d'une multitude de conidies (spores) incolores. Chez certaines plantes, les feuilles présentent souvent une tache rougeâtre à l'endroit d'où est partie l'infection.

- Les infections graves causent le rabougrissement, le jaunissement et l'enroulement des feuilles.

- Dans l'environnement de la serre, les champignons responsables du blanc ont un cycle biologique relativement simple. Ils forment des chaînes de conidies unicellulaires, portées par de courtes tiges érigées, d'où l'aspect

« duveteux » caractéristique de la maladie du blanc. Voir la figure 7–3, *Cycle biologique du blanc*. Quand le milieu ambiant se fait favorable, la formation des chaînes se déclenche, habituellement au rythme d'une conidie par jour ou par cycle diurne, et les spores sont libérées. Les conidies mûrissent et émettent des spores au bout de 24 heures. Une chute rapide de l'humidité relative et l'effet combiné du chauffage et de l'assèchement par les rayons du soleil favorisent l'émission des spores.

- Les conidies ont besoin d'une humidité relative très élevée (95 % ou plus) pendant 3–4 heures pour germer et enfoncer un filament dans les cellules épidermiques des feuilles ou des tiges de la plante-hôte. Ces filaments permettent au champignon de ponctionner en permanence les substances nutritives nécessaires à sa croissance. Le mycélium du champignon ne croît qu'à la surface de la feuille en émettant à intervalles réguliers les tiges conidiennes et les filaments nourriciers. En moins de 48 heures suivant l'inoculation, les conidies parvenues à maturité sont prêtes à libérer des spores qui iront infecter d'autres feuilles ou plantes.

- La propagation et la gravité des infections par le blanc dépendent de plusieurs facteurs : humidité relative, température, lumière, présence d'eau sur les feuilles et mouvement de l'air. Étant donné les interactions entre ces facteurs, la lutte intégrée est de règle.

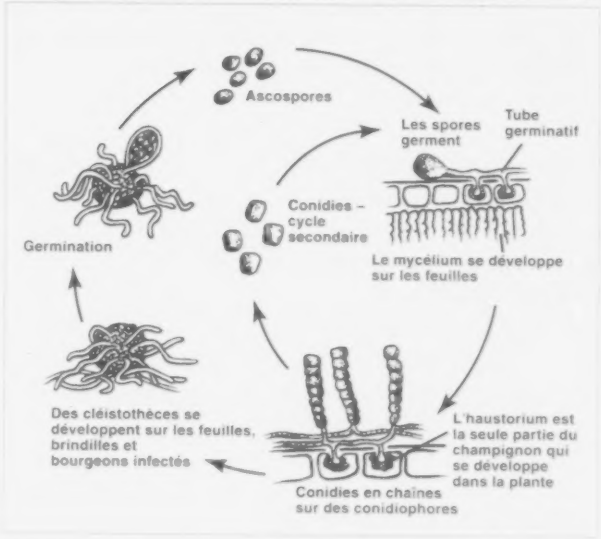
- Une ventilation et un brassage excessifs de l'air, par exemple les courants d'air près des portes d'entrée, favorisent l'apparition et la propagation du blanc.

- Dans les cultures en serre, les champignons responsables du blanc ont besoin, pour germer, d'une humidité relative très élevée, proche de 100 %, ou d'un déficit de pression de vapeur de près de 0.

- Une humidité persistante à la surface des feuilles favorise la prolifération des champignons.

- La formation et la persistance d'une pellicule d'eau sur les feuilles dépendent de plusieurs facteurs : gradients de température entre les feuilles et l'air, perte d'énergie des feuilles par rayonnement, ensoleillement et transpiration des feuilles.

FIGURE 7–3. Cycle biologique du blanc



Moyens de lutte

- Éviter les courants d'air en tenant les portes fermées; automatiser si possible la fermeture et l'ouverture des portes.

- Assurer une circulation d'air uniforme à la surface des feuilles pour éviter la formation de zones où l'humidité relative est élevée et pour réduire les fluctuations de température au niveau du feuillage et de l'air.

- Utiliser un régulateur d'humidité informatisé. Établir des paramètres raisonnables et utiliser un ordinateur de gestion climatique qui maintient l'humidité relative au niveau voulu en dosant la ventilation et le chauffage. Éviter les changements brusques de température ou d'humidité relative qui se produisent à l'ouverture des volets d'aération. Par elle-même, une humidité relative élevée ne favorise pas forcément le blanc.

- Mettre à profit la chaleur qui rayonne de la zone des cultures et la chaleur des conduites aériennes pour maintenir un milieu plus sec et plus chaud autour des plantes.

- Durant la nuit, fermer les écrans d'ombrage ou les écrans thermiques et/ou utiliser des lampes au sodium haute pression pour maintenir les feuilles plus chaudes en surface et réduire ainsi la chaleur qu'elles perdent par rayonnement.

Les mildious

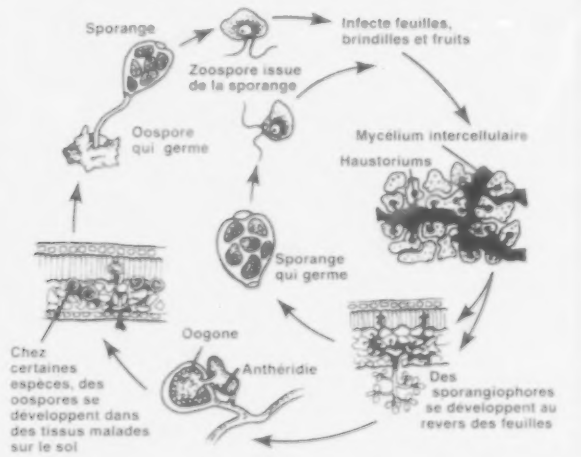
Les champignons *Peronospora* causent principalement des brûlures foliaires. Ils s'attaquent aux jeunes tissus verts du feuillage, des tiges et des boutons floraux du rosier, du muflier et de la violette.

- *Peronospora* se développe et se propage quand les tissus des plantes sont couverts d'une mince pellicule d'eau, que l'humidité relative est élevée dans la serre et la température basse (non lorsqu'elle est élevée).
- Des taches rouge violacé apparaissent sur les feuilles de rosiers. Celles-ci peuvent se déformer ou présenter les symptômes associés à la phytotoxicité des pesticides. Elles peuvent jaunir et tomber en grand nombre.
- Chez les mufliers, l'infection provoque une déformation du feuillage. Si elle se déclare sur des plantules, l'infection devient vite systémique et atteint les points végétatifs et les jeunes sommités florales, occasionnant de lourdes pertes.
- Le mildiou diffère du blanc en ce que les spores se forment sur la face inférieure des feuilles. Selon les conditions de milieu et le champignon responsable, le nombre des spores peut varier considérablement.
- Chez le muflier, le mildiou produit des coussinets de spores gris-brun qui rappellent un velours épais.
- Chez le rosier, le mildiou ne produit que très peu de spores visibles à moins que les conditions ne soient optimales.
- La reproduction sexuée a pour résultat la production d'oospores, lesquelles protègent le champignon pendant les périodes où les conditions ne sont pas propices à la reproduction végétative. Voir la figure 7–4, *Cycle biologique du mildiou*.

Moyens de lutte

- La lutte consiste essentiellement à contrôler les paramètres du milieu ambiant. Faire en sorte que l'air circule bien partout dans la serre.
- Éviter les fluctuations de l'humidité relative et de la température afin de prévenir la condensation sur les plants. Dans la plupart des cas, il faut pour cela augmenter la température durant la nuit pour diminuer la déperdition calorifique par rayonnement à la surface des feuilles. Les feuilles et l'air devraient être à la même température.
- Doser convenablement l'apport de chaleur et la ventilation.
- Éviter de mouiller le feuillage pendant l'irrigation.
- Ramasser et évacuer tous les débris végétaux et plants infectés, car le champignon survit sur les matières végétales mortes et passe ainsi d'une culture à la suivante.
- La plupart des épidémies de mildiou se déclarent par temps froid et pluvieux dans les serres non équipées d'un système de chauffage automatisé, dont l'exploitant cherche à économiser le carburant en réglant le thermostat trop bas ou cesse de chauffer à la fin du printemps ou au début de l'automne.

FIGURE 7–4. Cycle biologique du mildiou



Flétrissures

- Les flétrissures infectieuses provoquent le dépérissement de plantes entières, de parties de plantes ou de leurs principales ramifications. Les autres symptômes comprennent la décoloration vasculaire, le rabougrissement et le jaunissement des feuilles à des degrés divers. Il y a deux grandes sortes de flétrissures infectieuses :
  - les flétrissures cryptogamiques, causées par *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum* et *Verticillium albo-atrum*.
  - les flétrissures bactériennes, causées par *Erwinia chrysanthemi*, *Erwinia carotovora*, *Xanthomonas campestris* et *Pseudomonas solanacearum*.

- La plupart des champignons responsables des flétrissures infectieuses vivent dans le sol et s'attaquent principalement aux racines ou au collet.

- Les poils absorbants et les extrémités des racines exsudent des composés protéiques qui sont la première source d'éléments nutritifs pour les organismes pathogènes potentiels. Les bactéries pathogènes doivent passer par une lésion ou un orifice naturel de la plante-hôte (comme les stomates ou les hydatodes des feuilles) pour l'envahir.

- Les champignons responsables des flétrissures se propagent seulement dans les tissus vasculaires, tandis que les organismes responsables des flétrissures envahissent rapidement les tissus adjacents. Ces deux groupes d'organismes pathogènes peuvent être transmis par les tiges de boutures ne présentant pas de symptômes.

- Les symptômes d'infections à *Fusarium* et à *Verticillium* sont presque identiques et, sur un même hôte, peuvent difficilement être distingués les uns des autres, si ce n'est par un examen en laboratoire. Ces organismes pathogènes obstruent les vaisseaux du xylème, entravant ainsi la diffusion de l'eau et des éléments nutritifs. Les symptômes comprennent habituellement la flétrissure, la nécrose du bord de la feuille, le jaunissement et tôt ou tard le brunissement des feuilles les plus vieilles. Les plantes sont habituellement rabougries et ont une floraison moins abondante. Elles finissent par en mourir, surtout si l'infection s'est produite tôt. Le tissu vasculaire affiche habituellement un brunissement ou une décoloration d'un brun rougeâtre.

- Il peut s'écouler de nombreuses semaines entre le moment de l'infection initiale et la manifestation des symptômes.

- *Fusarium* peut provoquer la pourriture de la tige et du collet, entraînant la flétrissure du plant et son affaissement. Des lésions brun foncé à noires se forment sur la tige au ras du sol ou juste au-dessous; leur pourtour est souvent rosâtre ou rougeâtre. L'infection évolue vers l'intérieur. Bien souvent, aucune altération de la couleur n'est visible à l'extérieur de la tige.

- *Fusarium* est un champignon pathogène très commun chez un vaste éventail de cultures abritées. Par contre, *Verticillium* est beaucoup moins fréquent; il n'attaque habituellement que le chrysanthème, l'aster et le dahlia.

- Les champignons pathogènes persistent dans le sol ou dans les débris végétaux pendant de longues périodes à l'état de spores à parois épaisses. Ces spores se forment lorsque les tissus des plantes commencent à s'assécher.

- Les plantes qui souffrent d'un stress sont beaucoup plus sensibles aux agents responsables des flétrissures et subissent des dégâts plus graves. Les facteurs qui sont à l'origine de stress pour les plantes sont les températures trop élevées ou trop basses du substrat et de l'air ambiant, de mauvaises pratiques d'arrosage ou de fertilisation, des niveaux trop élevés ou trop bas du pH ou de la conductivité électrique du substrat.

- Dans le cas des flétrissures bactériennes, les premiers symptômes observés sont le flétrissement ou la brûlure de feuilles entières ou du bord des feuilles. L'infection devient très rapidement systémique, progressant dans les nervures des feuilles et les pétioles. Les feuilles entières jaunissent et présentent de grosses lésions jaunes en forme de « V ». Lorsque les bactéries envahissent la tige, celle-ci prend à l'extérieur une coloration gris foncé tirant sur le noir et semble gorgée d'eau. À l'intérieur, les tissus de la tige sont noirs.

- Les conditions favorables à la propagation des maladies bactériennes sont une température élevée de l'air et du substrat et une forte H.R.

- Les bactéries ne survivent que dans des végétaux vivants ou en décomposition. Pour plus de détails sur les maladies bactériennes, voir *Maladies bactériennes (bactérioses)*, page 87.

- Les infections se transmettent souvent pendant la multiplication végétative. Les champignons et les bactéries pathogènes se répandent à la faveur de la migration de l'eau dans le substrat, des éclaboussures et du transport de substrat ou de matériel infecté à l'intérieur d'une serre ou d'une serre à l'autre.

Moyens de lutte

- Se procurer des boutures et semences exemptes d'organismes pathogènes.

- Enlever et détruire tous les plants infectés.

- Assainir les banquettes, les plateaux et les pots usagés.

- Pasteuriser le sol des planches de culture.

- Appliquer de bonnes pratiques horticoles.

Fonte des semis

Cette maladie des semences en germination et des plantules est surtout attribuable aux champignons *Rhizoctonia solani*, *Pythium* et *Phytophthora*. Voir la figure 7–5, *Cycle biologique de la fonte des semis et de la pourriture des semences*. Cependant, à l'occasion, elle peut aussi être causée par *Fusarium*, *Botrytis* et *Sclerotinia*.

Fonte des semis en prélevée

- La fonte des semis en prélevée détruit les graines pendant la germination, ou peu après. Les jeunes plantules ne lèvent pas du tout. Les producteurs mettent souvent à tort la mauvaise levée sur le compte de la mauvaise qualité des semences.

Fonte des semis en postlevée

- Cet accident est bien connu de la plupart des producteurs. La tigelle est envahie par le champignon près du niveau du sol. La plantule se flétrit ou cesse de croître, la tige ploie et la plante s'affaisse sur le sol. D'autres variantes de la fonte des semis en postlevée incluent la pourriture ou fonte de la partie aérienne et la pourriture ou fonte des racines.

Fonte tardive des semis

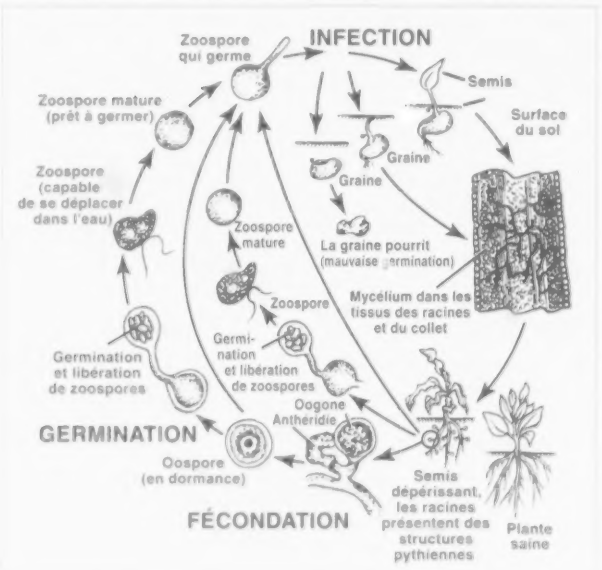
- Cette forme de fonte frappe d'ordinaire les plantules plus âgées que l'on a endurcies en vue du repiquage. Des lésions noires et sèches cernent partiellement les tiges, qui deviennent filiformes à cet endroit. Les plantules infectées s'étiolent et finissent par mourir.

En général, *Rhizoctonia* se propage en cercles dans les plateaux de semis. On peut souvent apercevoir des filaments de mycélium gris-brun à la surface du substrat.

Les pourritures aqueuses ou pourritures molles, telles celles causées par *Pythium* et *Phytophthora*, peuvent s'attaquer aux semences, mais elles débutent habituellement à l'extrémité des jeunes racines. Leurs dégâts sont redoutables quand l'humidité est élevée.

Un substrat humide, une mauvaise hygiène, une ventilation inadéquate, une forte hygrométrie, des températures fraîches et des peuplements trop denses forment les conditions idéales de développement des champignons responsables de la fonte des semis.

FIGURE 7–5. Cycle biologique de la fonte des semis et de la pourriture des semences



Moyens de lutte

- L'hygiène est le moyen de lutte primordial. Les champignons pathogènes peuvent se disséminer par l'intermédiaire de plateaux de culture sales, de substrat ou d'outils infectés. Sortir les plateaux de culture infectés.
- Les éclaboussures d'eau contribuent également à la propagation des pourritures.
- Utiliser seulement des caissettes ou des plateaux alvéolés neufs pour les cultures sensibles à la fonte des semis.
- Utiliser un substrat de semis poreux, qui se draine bien.
- Maintenir une température adéquate au cours des différentes phases de la germination et de la croissance des plantules.
- Éviter que le substrat utilisé pour les semis soit contaminé par de la poussière ou du substrat ayant déjà servi.
- Diminuer les brumisations dès que possible après la levée des plantules.

Pourritures du collet et des racines

Les champignons les plus souvent associés aux pourritures du collet et des racines sont, par ordre d'importance, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, *Fusarium*, *Thielaviopsis* et *Sclerotinia*.

- Les champignons responsables des pourritures du collet et des racines vivent dans le sol. Ils sont une menace constante pour le serriculteur commercial. Il est à noter que chacun de ces champignons pathogènes demande, pour son développement, des conditions de milieu qui lui sont propres.

- La « pourriture des racines » est le terme général qui désigne la mort puis la décomposition des racines causées par diverses sortes de champignons. La maladie commence par un dysfonctionnement des racines corticales qui deviennent spongieuses, brunâtres ou noirâtres. La plante atteinte émet peu de nouvelles racines. Au stade avancé de la pourriture, le feuillage jaunit, s'étiole et finit par flétrir.

- Les pourritures des racines font mourir des plants isolés ou des groupes entiers de plants. Elles compromettent l'uniformité des planches de culture et causent souvent des symptômes de déséquilibre nutritionnel. Elles peuvent avoir des conséquences graves dans les serres à système fermé avec subirrigation.

- Les maladies des racines sont plus difficiles à diagnostiquer par un simple examen visuel que la plupart des maladies foliaires.

Moyens de lutte

- Tous les champignons causant des pourritures des racines peuvent survivre dans le substrat ou le sol ou sur les tissus infectés sous forme de mycélium ou de spores. Ils peuvent aussi demeurer longtemps dans le sol sous forme d'*oospores*, de *chlamydospores* ou de *sclérotes* (structures dormantes) à parois épaisses. Lorsqu'ils entrent en contact avec les racines d'un hôte sensible, ils s'activent (germent) et commencent à infecter les tissus des racines. Comme il est difficile d'éliminer complètement la source d'inoculum, la clé de toute lutte efficace consiste à prévenir autant que possible l'activité de ces champignons.

- Tous ces champignons peuvent être disséminés par les éclaboussures d'eau et l'eau d'irrigation, du substrat contaminé, le sol sous les banquettes, les débris de végétaux infestés, les contenants souillés, la poussière, les matelas capillaires réutilisés et l'eau d'irrigation recyclée.

- Les plants sains résistent aux infections par la pourriture des racines.

- Les plantes qui sont stressées par de mauvaises conditions de culture sont les plus prédisposées aux attaques par les organismes des pourritures des racines et du collet. Facteurs pouvant engendrer des stress : fertilité du substrat, conductivité électrique, pH du substrat, méthodes d'arrosage, température, éclairement et applications de pesticides et de retardateurs de croissance. Il existe, pour chaque champignon pathogène responsable de la pourriture des racines, une température, un niveau d'humidité et un pH optimal.

- L'eau d'irrigation pompée dans des étangs recueillant des eaux de ruissellement risque de contenir des organismes pathogènes.

- La plupart des substrats artificiels sont tenus pour exempts d'organismes pathogènes; par contre, ils sont également presque dépourvus des champignons ou des bactéries existant à l'état naturel dans le sol et qui peuvent freiner le développement des organismes pathogènes.

Pythium

Pythium est le champignon qui cause la pourriture des racines la plus fréquente dans les serres. Chez de nombreuses plantes, il occasionne à la fois la pourriture des racines et du collet.

- Les symptômes varient avec l'âge et le stade phénologique de la plante atteinte. Sur les plants âgés, l'infection ne touche habituellement que les racines et les poils absorbants. Souvent, les racines infectées sont molles et spongieuses et présentent différentes nuances de brun.

- L'infection provoque d'abord une pourriture aqueuse brune à l'extrémité des racines et sur le cortex. Habituellement, le cortex se désagrège et laisse à nu le cylindre vasculaire (qui demeure filiforme). Des lésions peuvent apparaître sur le collet des cultures plus succulentes, comme le gloxinia.

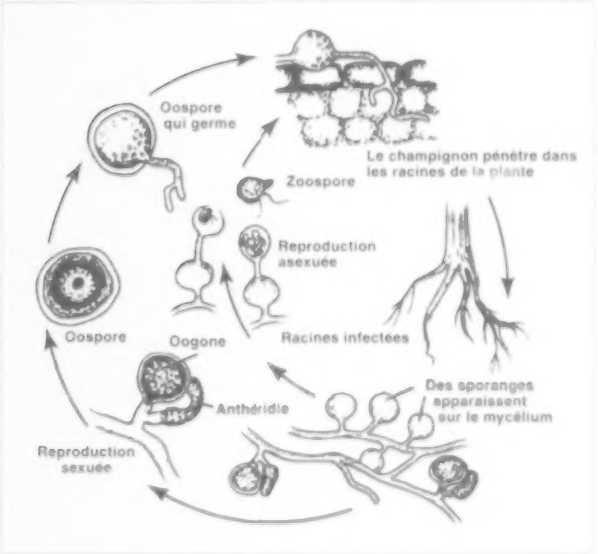
- Sur la partie aérienne des plants, les symptômes sont le rabougrissement, le flétrissement et le jaunissement, qui sont consécutifs au manque d'eau et aux carences nutritionnelles provoquées par l'infection.

- La germination des spores de *Pythium* est stimulée par les exsudats racinaires dont se nourrit le champignon jusqu'à ce que le mycélium, qui se développe rapidement, ait enfoncé dans les racines ses minces filaments blancs extrêmement ramifiés. Voir la figure 7–6, *Cycle biologique de Pythium*.

- *Pythium*, selon l'espèce, produit très vite deux types de spores :
  - des zoospores asexuées qui, lorsqu'elles sont libérées, peuvent nager dans des pellicules d'eau jusqu'à ce qu'elles entrent en contact avec des tissus végétaux sains où elles germent et provoquent une nouvelle infection, et
  - des oospores sexuées à parois épaisses qui résistent à la fois à des températures élevées et à des températures froides.

- Quelle que soit l'espèce, les spores sont rapidement disséminées dans la serre par l'irrigation qu'il faut inévitablement utiliser.

FIGURE 7–6. Cycle biologique de *Pythium*



Moyens de lutte

- Les infections à *Pythium* sont plus fréquentes à des températures froides, sous les 18 °C.

- Maintenir des températures favorables à la croissance des plantes.

- Éviter de trop irriguer quand la culture est jeune ou quand elle n'est pas en pleine croissance.

- Utiliser un substrat poreux bien drainé.

- Vérifier régulièrement que le niveau de salinité n'est pas trop élevé.

- Ne pas apporter de l'azote en excès.

- Surveiller les populations de mouches des terreaux. Les larves, de même que les adultes, peuvent être vecteurs de la maladie.

Rhizoctonia

Rhizoctonia est le champignon le plus souvent associé à la fonte des semis décrite plus haut, mais la maladie peut également toucher les boutures racinées et les plants bien établis.

- Les symptômes peuvent varier d'un hôte à l'autre et en fonction du stade phénologique, mais habituellement, ils consistent en lésions brun rougeâtre sur la partie souterraine de la tige et les racines des plants infectés. Lorsque les conditions sont favorables, les lésions s'élargissent et se multiplient et finissent par recouvrir toute la base de la plante. Voir la figure 7–7, *Cycle biologique de Rhizoctonia*.

- *Rhizoctonia* met un certain temps pour cerner le collet et la zone racinaire des plantes établies. Par conséquent, le producteur risque de ne remarquer le flétrissement des plants ou leur retard de développement que longtemps après le début de l'infection.

- Habituellement, les feuilles basses des plants infectés jaunissent et la plante peut se briser au ras du sol.

- Les tiges, les bulbes et les cormes charnus et succulents présentent souvent des lésions déprimées et sèches, de couleur brune ou noire.

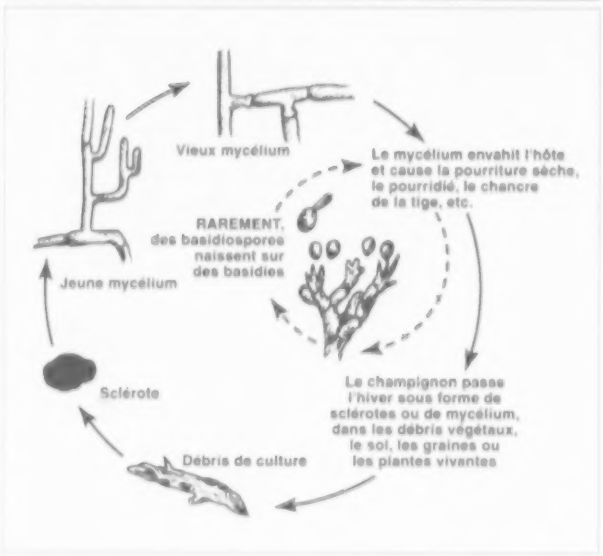
- Les ramifications inférieures des plantes peuvent développer des chancres de la tige aux endroits où elles ont été éclaboussées par du substrat infecté.

Moyens de lutte

- Dans la plupart des cultures de serre, *Rhizoctonia* est favorisé par une température élevée du sol et de l'air et une forte humidité relative.

- Sa propagation est favorisée par les fluctuations extrêmes de l'humidité du substrat.

FIGURE 7–7. Cycle biologique de *Rhizoctonia*



Phytophthora

Les pourritures des racines et du collet causées par *Phytophthora* ressemblent aux pourritures à *Pythium*, mais elles se produisent surtout durant l'été.

- Comme *Pythium*, *Phytophthora* détermine une pourriture dite aqueuse — les spores asexuées et le mycélium se propagent rapidement dans les pellicules d'eau.

- Les symptômes typiques sont des lésions brunes ou noires nécrotiques sur les grosses racines et la mort de nombreuses petites racines. Des chancres à striures noires se développent fréquemment à la base des plants.

Moyens de lutte

- Éviter de trop arroser quand les plants sont jeunes ou lorsqu'ils ne sont pas en pleine croissance.

- Utiliser un substrat poreux qui se draine bien.

- Éviter une température du substrat supérieure à 26 °C.

Fusarium

Plusieurs espèces de champignons appartenant au genre *Fusarium*, plus particulièrement *F. solani* et *F. oxysporum*, provoquent la pourriture des tiges, du collet, des cormes, des bulbes et des tubercules.

- Sur les racines, les tissus infectés deviennent habituellement rouge foncé ou bruns et peuvent former des stries qui remontent jusqu'au niveau du sol. Les plantes atteintes accusent généralement un retard de croissance. À mesure que la pourriture des racines progresse, les feuilles les plus âgées se mettent à jaunir et les feuilles jeunes deviennent flasques.

- Dans le cas d'une pourriture de la tige, par exemple chez le chrysanthème et l'œillet, les plants infectés se flétrissent et meurent à cause de la pourriture qui s'est développée à la jonction de la tige et du collet.

- Les lésions qui se forment sur la tige au niveau du sol ou juste au-dessous ont souvent une bordure rose ou rouge d'où part l'infection. Les lésions progressent vers l'intérieur des tiges. En général, les tiges ne changent pas de couleur à l'extérieur.

- La pourriture des bulbes et des cormes peut survenir à la fois en cours de culture et en cours d'entreposage. La pourriture progresse habituellement à partir d'une blessure ou de la base de ces organes et peut ne pas produire de symptômes visibles. Toutefois, le plateau et les écailles charnues sont bruns, se décomposent et présentent un feutre mycélien. Le feuillage devient pourpre ou jaune et meurt prématurément.

Moyens de lutte

- Les stress de culture constituent la principale cause environnementale de l'infection par *Fusarium*. Les stratégies de lutte ordinaires s'appliquent. Revoir les pratiques de production utilisées et les modifier de façon à réduire au minimum les facteurs de stress.

- Maintenir la température à un niveau convenable, en évitant le froid et la chaleur extrêmes.

- Faire des arrosages réguliers. Les extrêmes de sécheresse et d'humidité sont propices à l'infection par *Fusarium*.

- Utiliser un substrat de culture adéquat.

- Pasteuriser le sol pour bien lutter contre la maladie dans les cultures sur sols.

- Utiliser pour la multiplication végétative, du matériel sain, exempt de maladies.

Thielaviopsis basicola

- *Thielaviopsis basicola* occasionne une pourriture noire sévère des racines de plusieurs cultures florales de serre : cyclamen, fuschia, géranium, kalanchœ, primevère, pétunia, pensée et poinsettia et violette.

- En général, des lésions noires recouvrent toute la surface des racines infectées ou une partie seulement.

- La plupart du temps, les plants malades sont peu développés et ont des feuilles jaunes ou blanches typiques d'une carence nutritionnelle grave. Les racines meurent très rapidement, entraînant la perte des plants.

Moyens de lutte

- *Thielaviopsis* est favorisé par un substrat ayant une forte teneur en humidité et un pH élevé.

- Éviter les extrêmes de température pour la culture. Par exemple, pour la violette, la température doit être au minimum de 20 °C.

- Éviter les apports importants d'azote ammoniacal car ils prédisposent la culture à la maladie.

- Garder une hygiène impeccable.

- Le champignon est difficile à éradiquer si la culture se fait au sol ou sur des banquettes de bois. Heureusement, cette maladie n'est pas fréquente.

Sclerotinia

De nombreuses cultures ornementales herbacées et légumières peuvent être attaquées par *Sclerotinia*, y compris : chrysanthème, muflier, sauge, dahlia, pied-d'alouette, tomate, poivron et aubergine. Les infections à *Sclerotinia* sont fréquentes sur les cultures de plein champ, mais s'observent à l'occasion sur les cultures de serre.

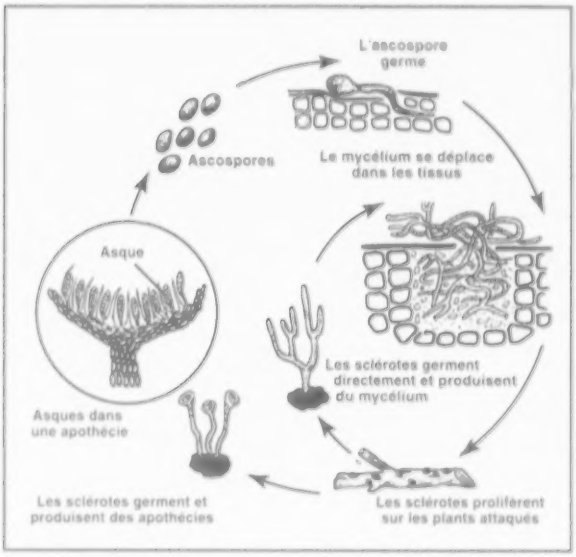
- Les symptômes varient quelque peu selon l'hôte, la partie de l'hôte qui est atteinte et les conditions environnementales. Le premier symptôme le plus apparent est la présence d'un feutre mycélien blanc épais sur les tiges près de la surface du sol. Voir la figure 7–8, *Cycle biologique de Sclerotinia*. Peu après, de gros organes de fructification noirâtres, appelés sclérotes, se trouvent emprisonnés dans le mycélium ou dans le cœur des tiges des plantes.

- Le champignon cause une pourriture de la tige qui tôt ou tard provoque le flétrissement et la mort du plant.

- Aucun symptôme ne se manifeste sur le feuillage au cours des premiers stades de l'infection, tant que le champignon n'a pas complètement envahi la tige, sauf si l'infection s'est d'abord déclarée sur une feuille.

- Le champignon survit soit sous forme de sclérote dans les tissus des végétaux, dans le sol pendant au moins trois ans, ou sous forme de mycélium dans des végétaux morts ou vivants.

FIGURE 7–8. Cycle biologique de *Sclerotinia*



Moyens de lutte

- Pasteuriser le sol pour lutter efficacement contre ce champignon pathogène dans les cultures sur sols.

- Pour les cultures sur banquettes, la lutte est plus difficile. Maintenir le feuillage sec en recourant le moins possible à l'irrigation par aspersion ou à l'irrigation goutte à goutte. L'air doit bien circuler dans le feuillage.

- *Sclerotinia* sévit surtout au printemps et en été parce que son activité est influencée par la photopériode.

Rouilles

Les différents champignons responsables de la rouille dans les cultures abritées s'en prennent à un hôte qui leur est spécifique et n'ont pas besoin d'un hôte-relais pour accomplir leur cycle biologique. La rouille peut apparaître sur les œillets, chrysanthèmes, fuchsias, géraniums, mufliers et une multitude de vivaces vivant à l'extérieur.

- Les rouilles se reconnaissent aux masses d'urédospores blanches, jaunes, orangées, ou brunes à brun rougeâtre qu'on peut observer sur la face inférieure des feuilles et sur les tiges. Ces masses apparaissent quand les pustules éclatent et émettent les spores à maturité. Les premiers symptômes apparaissent habituellement dans les 5–7 jours suivant l'infection, selon les conditions environnementales.

- Les différentes rouilles peuvent entraîner la formation de taches en forme d'auréoles concentriques. Les différentes auréoles sont consécutives à des infections secondaires et tertiaires favorisées par un ensemble de conditions environnementales. La surface de la feuille juste au-dessus de chaque pustule est habituellement jaune. Des points d'infection nombreux sur une feuille entraînent le jaunissement et tôt ou tard la sénescence de la feuille. Les feuilles du bas sont habituellement infectées en premier. Il est rare toutefois que les plants en meurent.

- Les spores des rouilles sont disséminées par les courants d'air et par les éclaboussures d'eau. Les spores peuvent être transportées sur de longues distances par des boutures infectées. La présence d'eau sur la face supérieure des feuilles pendant un minimum de 3–4 heures est nécessaire à la germination des spores et à l'infection, mais la sporulation se produit sur la face inférieure des feuilles.

Moyens de lutte

La rouille blanche du chrysanthème est la seule rouille justiciable de quarantaine dans les plantes ornementales. Elle se manifeste par des pustules de couleur crème au revers des feuilles inférieures.

Les producteurs qui reçoivent du matériel importé qu'ils soupçonnent d'être infecté par la rouille blanche du chrysanthème doivent prendre contact avec l'Agence canadienne d'inspection des aliments.

- Il est difficile de maîtriser les rouilles, car la plupart produisent plus d'un type de spores et parce que les résidus de plants infectés sous les banquettes, par exemple, abritent les spores durant de longues périodes.

- Des températures entre 10 et 25 °C favorisent la production de spores.

- Les spores sont plus facilement libérées dans l'air si l'H.R. fluctue durant la journée.

- Les infections sont d'ailleurs souvent plus graves près des ventilateurs, dans les coins de la serre.

- Des infections graves se produisent aussi là où les plants sont serrés ou ont une frondaison dense qui nuit à la circulation d'air et entraîne la stratification de la température à travers la culture.

- Éviter autant que possible l'irrigation par aspersion ou les arrosages en fin d'après-midi.

- Éviter que ne se forme de la rosée sur les plants en réglant adéquatement le chauffage, la ventilation et la circulation d'air pendant la nuit afin de maîtriser l'humidité relative autour des plants et à l'intérieur de la frondaison.

- Retirer le plus grand nombre possible de feuilles infectées afin de réduire le niveau d'inoculum.

Maladies bactériennes (bactérioses)

Les bactéries sont des organismes unicellulaires qui se multiplient rapidement dans des conditions de température idéales. Leur rythme de développement et de propagation s'accroît avec la température, la disponibilité d'eau et de nourriture.

- Certaines bactéries phytopathogènes s'attaquent seulement à une ou deux espèces végétales; d'autres s'attaquent à une large gamme de plantes. Les plantes communément victimes de bactéries sont le géranium, le bégonia, le chrysanthème, le calla (*arum*) et l'hibiscus.

- Les bactérioses prennent l'apparence de flétrissements, de pourritures des tiges et des racines, de taches sur les feuilles, de tumeurs et de fasciation de parties de la plante. Même si elles sont moins fréquentes que les maladies cryptogamiques, les bactérioses sont parfois très destructrices et difficiles à combattre. Les bactéries qui causent le plus communément des maladies chez les cultures de serre appartiennent aux genres *Erwinia, Pseudomonas, Ralstonia* et *Xanthomonas*. Ces bactéries peuvent vivre à la surface ou à l'intérieur des racines, des feuilles et des tiges de leurs hôtes, et chez des plantes qui ne sont pas leurs hôtes.

- Les bactéries ne produisent pas de spores. La plupart des bactéries survivent dans la serre dans un état de semi-dessication et infectent les débris végétaux pendant longtemps. Par ailleurs, *Ralstonia* survit longtemps dans le sol sans association avec des tissus végétaux. Pour plus de détails, voir *Ralstonia solanacearum*, page 88.

- Les bactéries pénètrent dans les plantes par les blessures, les orifices naturels des feuilles tels que les stomates et les hydatodes. Pour qu'une infection bactérienne débute sur les parties aériennes de la plante, il faut que celles-ci soient recouvertes d'une pellicule d'eau.

Moyens de lutte

- Aucun produit chimique n'est capable d'éradiquer les maladies bactériennes. La prévention est la seule solution.
- On réduit le risque d'infection bactérienne en observant de bonnes pratiques culturales et des méthodes méticuleuses de stérilisation.
- En vue de la multiplication, acheter des plants exempts de maladies auprès d'un sélectionneur de végétaux.
- Isoler les plants dans une aire désinfectée à fond.
- Désinfecter fréquemment les outils de bouturage et les zones utilisées pour les travaux de multiplication.
- En général, les bactéries ne se reproduisent rapidement qu'en milieu chaud (plus de 25 °C).
- Les bactéries se répandent sur les feuilles et les tiges à la faveur de la condensation, des éclaboussures, des travaux de taille ou de prélèvement des boutures.
- La maladie peut se propager très rapidement dans les banquettes de multiplication.
- Des pulvérisations de cuivre fixe (neutre) ou de cuivre organique protègent assez bien les cultures contre les maladies bactériennes mais elles ne peuvent pas les éradiquer et elles sont parfois phytotoxiques.

Erwinia carotovora

Les symptômes d'*Erwinia carotovora* sont une pourriture molle qui, au commencement, a un aspect aqueux, mais qui se transforme rapidement en une pourriture pâteuse nauséabonde. Le développement de cette bactérie est fulgurant en milieu chaud et humide.

Erwinia chrysanthemumi

Erwinia chrysanthemumi s'attaque à une large gamme de cultures florales, y compris les plantes à feuillage décoratif, le chrysanthème, le poinsettia et le bégonia. Ses symptômes comprennent les pourritures molles, les brûlures foliaires et les flétrissures.

Ralstonia solanacearum

- *Ralstonia solanacearum* est une bactérie phytopathogène qui provoque une flétrissure infectieuse. Ses hôtes sont très nombreux. Mieux connue jusqu'ici sous le nom de *Pseudomonas*, la bactérie n'est pas véritablement un agent pathogène nouveau. À cause de sa diversité, elle est classée dans divers groupes appelés races et biovars. Récemment, le biovar 2 de race 3, ou « race spécifique à la pomme de terre », a été détecté dans des boutures végétatives de géranium provenant de régions tropicales ou subtropicales. **La maladie engendrée par ce biovar fait partie des maladies justiciables de quarantaine parce qu'elle n'existe pas, à ce qu'il semble, en Amérique du Nord et parce que ses hôtes comprennent deux importantes cultures alimentaires, la pomme de terre et la tomate, ainsi que le géranium.**

Les producteurs qui suspectent la présence de *Ralstonia* doivent en aviser l'Agence canadienne d'inspection des aliments.

- *Ralstonia* s'infiltre dans les plantes par les racines ainsi que par les blessures des tiges. Il se multiplie rapidement dans les tissus vasculaires quand la température est supérieure à 25 °C.
- Les premiers symptômes ressemblent à ceux de la brûlure bactérienne. Les feuilles inférieures sont en général les premières à flétrir; leur limbe peut se couvrir de plages jaunies. Des taches brunes ou noires peuvent se développer sur les tiges au ras du sol. La plante tout entière flétrit et finit par mourir.
- La bactérie survit longtemps dans le sol sans avoir besoin de débris végétaux. Dans les cultures de serre, elle peut se propager par l'intermédiaire des outils de bouturage, du sol ou substrat, ou du réseau de subirrigation recyclant la solution nutritive.

Xanthomonas campestris

Xanthomonas campestris et ses diverses souches causent des taches foliaires et des pourritures de la tige chez un large éventail de plantes, dont le bégonia, le géranium, le zinnia et le dieffenbachia. Les symptômes vont des petites taches foliaires bien définies à auréole jaune sur les feuilles à l'atteinte systémique qui entraîne la coloration gris-vert des nervures des feuilles.

- Les feuilles infectées flétrissent, finissent par virer au jaune et meurent. Les tiges prennent une teinte vert foncé quand leur tissu vasculaire devient obstrué par les bactéries. Chez le géranium et le bégonia, de nombreuses feuilles se couvrent de taches jaunes caractéristiques, en forme de V, délimitées par les nervures principales. Quand l'infection débute, il peut arriver que les

symptômes s'extériorisent sur une seule ramification de la plante.

- Certains hôtes ne présentent pas de symptômes nets, mais ne semblent pas très vigoureux.

- *Xanthomonas campestris* pv *pelargonii*, communément appelé agent de la brûlure bactérienne, est très destructif chez le géranium (pélargonium). Il infecte tous les cultivars de géranium à feuilles zonées (*Pelargonium X hortorum*), de géranium lierre, de géranium des fleuristes (Martha Washington, *Pelargonium X domesticum*) ainsi que les géraniums de semence. C'est une maladie systémique qui peut rapidement tuer les géraniums de semis et les géraniums à feuilles zonées. En règle générale, les autres types de géranium n'en meurent pas, mais ils se développent mal et ont l'air souffreteux.

Maladies virales (viroses)

Les virus sont des agents pathogènes qui se multiplient seulement à l'intérieur de cellules végétales vivantes. Ils tendent à envahir l'ensemble de la plante-hôte par l'intermédiaire du système vasculaire. Les cultures horticoles importantes appartiennent aux grandes familles de plantes qui sont sensibles à l'attaque des virus.

- Les virus peuvent être propagés par les insectes suceurs, tels que les pucerons et les cicadelles, par les outils, ou par la manutention des plants tels que le nettoyage, l'ébourgeonnement ou le prélèvement de boutures. Certains virus se propagent par l'intermédiaire des boutures infectées.

- Les premiers symptômes d'infection virale peuvent comprendre la chlorose des nervures, la moucheture, la mosaïque (alternance de plages irrégulières vert clair et vert foncé sur la feuille), ou des anomalies de croissance chez les feuilles. Les symptômes sont spécifiques du type de virus. Les symptômes n'augmentent pas toujours en gravité. Certains virus causent le rabougrissement de la plante. Chez les plants gravement infectés, il arrive que le point végétatif meure.

- La gravité des symptômes visibles dépend de la durée de l'infection, de l'âge du plant au moment de l'infection et des conditions de croissance de la culture.

Moyens de lutte

- Aucun produit chimique n'est capable d'éradiquer les maladies virales. La prévention est la seule solution.

- On réduit le risque d'infection virale en observant de bonnes pratiques culturales et des méthodes méticuleuses de stérilisation.

- En vue de la multiplication, acheter des plants exempts de maladies auprès d'un sélectionneur de végétaux.

- Isoler les plants dans une aire désinfectée à fond.

- Désinfecter fréquemment les outils de bouturage et les zones utilisées pour les travaux de multiplication.

- Les cultures qui subissent un stress sont plus vulnérables à une attaque virale. Les symptômes seront plus apparents chez les plantes stressées.

Virus de la maladie bronzée de la tomate et virus de la tache nécrotique de l'impatiente

Le virus de la maladie bronzée de la tomate (TSWV) et le virus de la tache nécrotique de l'impatiente (INSV) sont fort différents des autres virus du fait de la complexité de leur virion, du fait qu'ils sont transmissibles par quelques espèces de thrips seulement et du fait qu'ils ont une gamme étendue d'hôtes. L'INSV est le plus courant; le TSWV ne s'attaque habituellement qu'aux chrysanthèmes, pour ce qui est des cultures florales.

- Dans les cultures serricoles de l'Ontario, le TSWV et le INSV ne sont transmis que par les thrips des petits fruits. Contrairement aux autres insectes vecteurs, les thrips doivent, pour contracter le virus, se nourrir du tissu infecté des plantes pendant qu'ils sont au stade larvaire. Les adultes transmettent par la suite le virus tant qu'ils s'alimentent.

- Les symptômes varient selon l'hôte et l'âge de l'hôte. Sur la plupart des hôtes, il se forme de gros anneaux bruns ou noirs sur le feuillage. Chez de nombreux hôtes, le virus devient systémique et fait apparaître des stries noires sur les nervures principales, les pétioles et, chez certains, sur la tige.

- Chez le cyclamen, il peut s'écouler de 8 à 10 semaines entre la transmission de la maladie et l'apparition des premiers symptômes. En général, les symptômes se manifestent plus rapidement sur les plantes qui sont en croissance active.

- Lorsque de jeunes gloxinias sont infectés, le virus se développe rapidement de façon systémique. Les symptômes ressemblent à ceux de la pourriture du collet causée par *Phytophthora*.

- Sur d'autres plantes comme le pétunia, les symptômes sont de petites taches ocre à peines visibles. Comme l'infection ne devient pas systémique chez le pétunia, celle-ci peut servir de plante indicatrice qui signale la présence de la maladie dès ses débuts.

- Parfois, les symptômes peuvent laisser croire à une phytotoxicité causée par les pesticides.

Moyens de lutte

- Il faut attaquer le problème sur plusieurs fronts.

- Il est très difficile de combattre le virus par temps chaud.

- Éliminer les plants infectés, pieds-mères et plants commerciaux, pour empêcher que les larves contractent le virus durant le premier stade de leur développement.

- Il faut aussi maîtriser les populations de thrips afin que le virus ne se propage pas. Voir au chapitre 4, *Principaux insectes et acariens nuisibles*, page 50, l'information sur les méthodes de lutte.

- Acheter seulement des boutures propres auprès de multiplicateurs de bonne réputation.

- Isoler les plants multiplicateurs dans une aire exempte de thrips.

- Poser des filets anti-insectes sur les volets d'aération de la serre.

- Le désherbage est important — de nombreuses mauvaises herbes sont des réservoirs de virus.

8. Activité et toxicité des pesticides

La DL_{50} d'un pesticide figurant au tableau 8–2, *Classement et toxicité des insecticides et des acaricides*, au tableau 8–3, *Classement et toxicité des fongicides*, et au tableau 8–4, *Classement et toxicité des régulateurs de croissance*, est la mesure de la toxicité relative de ce produit. C'est la quantité de matière active du pesticide qui tue 50 % des animaux de laboratoire à qui elle est administrée (des rates le plus souvent) et est indiquée en milligrammes de matière active (m.a.) par kilo de poids corporel des animaux. La DL_{50} est généralement celle de la toxicité aiguë (produit administré en une fois) par voie orale (par la bouche ou le nez). Il existe aussi pour chaque produit une valeur de DL_{50} cutanée (toxicité du produit lorsqu'il est absorbé par la peau). Plus la valeur de la DL_{50} est élevée, moins le produit est toxique pour l'être humain.

Remarque : De nombreux pesticides dont la toxicité aiguë est faible affectent néanmoins à long terme les animaux de laboratoire. Les utilisateurs de ces produits doivent donc être conscients du risque de conséquences néfastes sur leur santé. Pour réduire le risque de contact avec les pesticides, porter une tenue de protection, notamment gants, lunettes de sécurité et chemise à manches longues.

La colonne de droite des tableaux 8–2, 8–3 et 8–4 indique le numéro du tableau ou annexe de la *Loi sur les pesticides* dans lequel chacun des produits a été classé. La *Loi sur les pesticides*, qui est administrée par le ministère de l'Environnement de l'Ontario, interdit la vente et l'utilisation d'un produit pesticide qui n'a pas été homologué conformément à la *Loi sur les produits antiparasitaires*, administrée par le gouvernement fédéral, puis classé par l'Ontario dans une des six annexes de la *Loi sur les pesticides*. Voir le chapitre 1, *Emploi sécuritaire des pesticides*, pour plus d'information sur le système de classement.

Les produits qui figurent dans les tableaux ci-après ne sont pas tous forcément homologués pour usage dans une serre ni sur toutes les cultures. **Il faut toujours consulter l'étiquette d'un produit pour s'assurer qu'il convient à la culture qu'on veut traiter!**

TABLEAU 8–1. Activité fongicide contre les maladies des cultures florales

	Maladie									
Fongicide	*Botrytis*	*Fusarium*	Taches foliaires[1]	Blanc	Rouille	*Pythium*	*Phytophthora*	*Rhizoctonia*	*Sclerotinia*	*Thielaviopsis*
Aliette (fosétyl-Al)						X	X			
Botran (dichloran)	X									
SupraCaptan, Maestro (captane)	X		X			R				
Daconil 2787 (chlorthalonil)	X	X	X	X	X			X		
Decree (fenhexamide)	X									
Folpan (folpet)						X	X			
Meltatox (dodémorphacétate)				X						
Mycostop (*Streptomyces griseoviridis*)		X								
No Damp (benzoate d'auxine)								X		
Nova (myclobutanil)				X	X					
Phyton 27 (cuivre élémentaire)	X		X	X						
Quintozene (quintozène)								X	X	
RootShield (*Trichoderma harzianum*)		X				X		X		
Rovral (iprodione)	X							X	X	

[1] Voir sur l'étiquette contre quel type précis de tache foliaire le produit est efficace X Efficace contre ce pathogène R Résistance

TABLEAU 8–1. Activité fongicide contre les maladies des cultures florales (suite)

Fongicide	Maladie									
	Botrytis	*Fusarium*	Taches foliaires[1]	Blanc	Rouille	*Pythium*	*Phytophthora*	*Rhizoctonia*	*Sclerotinia*	*Thielaviopsis*
Senator (thiophanate-méthyl)	R	R	X	R				X	X	X
Subdue Maxx (métalaxyl)						X	X			
Soufre			X	X						
Truban (étridiazole)						X	X			

[1] Voir sur l'étiquette contre quel type précis de tache foliaire le produit est efficace X Efficace contre ce pathogène R Résistance

TABLEAU 8–2. Classement et toxicité des insecticides et des acaricides

Nom commun	Nom commercial	DL_{50} (mg de m.a./kg)	Groupe chimique	Numéro de l'annexe[1]
Abamectine	Avid	300	Avermectine	3
Acéphate	Orthene	866	Organophosphoré	2
Bacillus thuringiensis	Dipel, Thuricide, Vectobac, BioProtec	15 000+	Biologique	3 2
Bendiocarbe	Trumpet	179	Carbamate	2
Carbaryl	Sevin	560	Carbamate	3
Chlorpyrifos	Dursban 2E, Dursban WSP, Pyrate	135	Organophosphoré	3 2
Cyromazine	Citation	3 387	Triazine	2
Deltaméthrine	Decis	535	Pyréthrine de synthèse	2
Diazinon	Diazinon,	300	Organophosphoré	2
Dichlorvos	DDVP Smoke 20 % EC	80	Organophosphoré	3 2
Dicofol	Kelthane	684	Organochloré	2
Diflubenzuron	Dimilin	4 640	Benzoyl urée de substitution	2
Diméthoate	Cygon, Lagon	235	Organophosphoré	2
Endosulfan	Thiodan	110	Organochloré	2
Imidaclopride	Intercept	1 858	Chloronicotinyl	5
Kinoprène-S	Enstar II	4 900	Régulateur de croissance des insectes	3
Malathion	Malathion	1 400	Organophosphoré	3
Naled	Dibrom	430	Organophosphoré	2
Nicotine	Nicotine Smoke	50	Botanique	2
Perméthrine	Pounce	4 000+	Pyréthrine de synthèse	3
Phosmet	Imidan	126–681	Organophosphoré	3
Pymétrozine	Endeavor	> 5 000	Pyridine azométhine	2
Pyridabène	Dyno-Mite	1 930	Pyridazinone	3
Pyrimicarbe	Pirliss	147	Carbamate	2
Tébufénozide	Confirm	> 5 000	Régulateur de croissance des insectes	2

[1] Annexe de la *Loi sur les pesticides* (Ontario)

TABLEAU 8–3. Classement et toxicité des fongicides

Nom commun	Nom commercial	DL_{50} (mg de m.a./kg)	Groupe chimique	Numéro de l'annexe[1]
Benzoate d'auxine	No-Damp	1 000+	Hydrocarbure aromatique	3
Bromine	Agribrom	1 390	Inorganique	3
Captane	SupraCaptan, Maestro	9,000	Phthalimide	2
Chlorthalonil	Daconil 2787	10 000+	Hydrocarbure aromatique	3
Cuivre	Phyton-27	5 000+	Cuivre	3
Dazomet	Basamid, Mylone	519	Diazine	3
Dichloran	Botran	10 000+	Dicarboximide	3
Dodémorphacétate	Meltatox	4 180	Morphactine	3
Étridiazole	Truban	1 077	Thiadiazole	3
Fenhexamide	Decree	5 000+	Anilide	2
Folpet	Folpan	10 000+	Phthalimide	2
Fosétyl-Al	Aliette	5 000	Organophosphoré	2
Iprodione	Rovral	3 500	Dicarboximide	3
Mancozèbe	Dithane M-45	> 5 000	Dithiocarbamate	3
Métalaxyl	Subdue 2G	669	Acylalanine	2
Myclobutanil	Nova	1 870	Triazole	2
Quintozène	Quintozene	30 000	Hydrocarbure aromatique	3
Streptomyces griseoviridis	Mycostop		Biologique	3
Thiophanate-méthyl	Senator	> 6 000	Benzimidazole	3
Trichoderma harzianum	RootShield		Biologique	3
Triforine	Funginex	> 5 273	Amide	6
Zinèbe	Zineb	> 5 200	Dithiocarbamate	3

[1] Annexe de la *Loi sur les pesticides* (Ontario)

TABLEAU 8–4. Classement et toxicité des régulateurs de croissance

Régulateur de croissance

Nom commun	Nom commercial	DL_{50} (mg de m. a./kg)	Groupe chimique	Numéro de l'annexe[1]
Ancymidol	A-Rest	40	Pyrimidine	6
Benzyladénine, G. A_4A_7	Fascination	3 160–4 900	Cytokinine	3
Chlorméquat	Cycocel, Cycocel Extra	478	Ammonium quaternaire	2
Daminozide	B-Nine	6 810	Acide organique	2
Paclobutrazol	Bonzi	5 000+	Triazole	2
Uniconazole	Sumagic	1 790	Triazole	2

[1] Annexe de la *Loi sur les pesticides* (Ontario)

Dégâts causés par les pesticides aux cultures florales

Bien que les insecticides de serre aient été sélectionnés et formulés afin d'éviter d'endommager les plantes, il peut tout de même se produire des dégâts dans certaines conditions. Tenir compte des règles générales ci-dessous pour tout traitement pesticide :

- Il n'existe aucun insecticide qui puisse être utilisé sans danger sur toutes les plantes et sous toutes les conditions, bien que les poudres mouillables soient généralement moins préjudiciables que les formulations liquides.
- Un produit qui est sans danger lorsqu'il est appliqué sur un feuillage sec peut être nocif lorsqu'il est appliqué sur un feuillage mouillé.
- Les conditions atmosphériques au moment du traitement sont importantes. Ainsi, les pulvérisations faites par temps ensoleillé s'accompagnent de risques accrus de phytotoxicité comparativement aux pulvérisations faites par temps couvert.
- Les plantes qui ne souffrent d'aucun stress, en particulier hydrique, risquent moins d'être endommagées par les pesticides.
- En général, les pulvérisations à bas volume risquent moins de blesser les plantes que les pulvérisations à haut volume.

Dangers possibles

Voici une liste des dangers possibles, élaborée à partir de l'expérience des producteurs et des mises en garde figurant sur les étiquettes de pesticides.

Cette liste ne prétend pas être complète. Avant d'utiliser un produit pour la première fois sur une culture, toujours faire un essai sur plusieurs variétés différentes et sur une petite superficie, puis inspecter les plantes au bout de 4 ou 5 jours pour voir si elles ont souffert du traitement.

- L'*Avid* peut endommager les cultures de marguerite Shasta et certaines espèces de fougère.
- Ne pas mélanger en cuve du *Botran* avec des formulations EC d'insecticides, en particulier les organophosphorés.
- Ne pas utiliser du *chlorpyrifos* (*Dursban 2E, Pyrate*) sur les azalées, camélias, poinsettias, rosiers, géraniums, coléus ou lierre panaché. Ne pas utiliser le *Dursban WSP* sur acalyphis, aphelandra, schefflera, croton, ficus, hibiscus, impatiens, néphrolepsis, pétunia ou rosier.
- Le *Daconil 2787* peut endommager les fleurs épanouies de certaines plantes (p. ex. exacum).
- Le *D.C.D.* aurait causé des dommages à certains légumes de serre.
- *Le DDVP (dichlorvos)* est préjudiciable à certains cultivars anciens de chrysanthème, en particulier Shasta et Pink Champagne. Il endommage aussi les fougères et les tradescantia, ainsi que certains cultivars de mufliers, de rosiers et de crassules. Le feuillage doit être sec au moment du traitement. Administré sous forme de fumée, le DDVP endommage généralement les boutons ouverts des pélargoniums.
- Le *Diazinon* est contre-indiqué sur le feuillage des gardénias, poinsettias, hibiscus, stéphanotis, pileas, hydrangées et cyclamens.
- Le *Dibrom* endommage certaines plantes ornementales, y compris certains cultivars de chrysanthèmes et de rosiers. Il peut endommager les fleurs du concombre. L'utiliser avec circonspection et ne pas l'appliquer directement sur les plants.
- Le *Dimilin* ne doit pas être utilisé sur le poinsettia, l'hibiscus ou le bégonia Rieger.
- Le *Dyno-Mite* peut altérer la couleur des fleurs du pétunia (cv. White Madness).
- L'*Enstar II* peut endommager plus ou moins légèrement les fleurs dans certaines conditions. Chez certaines variétés de poinsettia, des taches peuvent apparaître sur les bractées. Chez certaines variétés de rosiers, les dommages peuvent apparaître un certain temps après le traitement.
- Ne pas utiliser de *savon insecticide* sur les pois de senteur, les capucines ou les fougères délicates.
- Ne pas utiliser du *Malathion* sur les fougères, les pétunias, les crassules, les orchidées, les pois de senteur, les cucurbitacées, les violettes africaines, les gloxinias, les bégonias Rieger, ainsi que sur certains cultivars d'œillets et de rosiers.

- Le *Manzate 200,* administré à plusieurs reprises par arrosage abondant du substrat, peut causer un retard de croissance chez le cyclamen, l'exacum et le poinsetta, en particulier quand le substrat est sec au moment du traitement.

- Ne pas utiliser *Meltatox* sur les rosiers Tropicana, ni sur d'autres plantes que les rosiers.

- Le *Metasystox-R* endommage les lis, les bégonias Rieger, les géraniums, et certains cultivars anciens de chrysanthème (p. ex. Hurricane, Iceberg, Whitetop et Pennant).

- La *nicotine* peut endommager les lis et certains cultivars de chrysanthèmes. Ne pas fumiger les mufliers, impatientes, géraniums ou violettes africaines quand ces plantes sont en fleurs. Elle peut aussi causer des dommages aux feuilles de tomate et de concombre qui sont mouillées.

- Le *Nova* peut avoir un certain effet régulateur de croissance chez les plantes traitées.

- L'*Orthene* est préjudiciable aux violettes africaines, aux poinsettias, aux gloxinias et à de nombreux cultivars de géranium.

- Le *Pentac Aquaflow* endommage quelque peu le feuillage des chrysanthèmes. Ne pas appliquer sur les fleurs ouvertes, particulièrement celles des hydrangées.

- Le *Pirimor/Pirliss* ne doit pas être appliqué sur les chrysanthèmes Icecap, Goldcap et cultivars apparentés.

- Le *Rovral* peut causer la brûlure des pétales chez la violette africaine.

- Le *savon insecticide Safer* ne doit pas être utilisé sur les poinsettias, les adiantes pédalés, les pois de senteur ou les capucines.

- Le *Sevin (carbaryl)* ne doit pas être utilisé sur le lierre de Boston ou la vigne vierge.

- Le *Thiodan (endosulfan)* peut endommager certains cultivars de géraniums. Le concentré émulsifiable affecte les chrysanthèmes Bonnaffon Deluxe et certains autres cultivars. On a signalé des dégâts sur les cinéraires, les gardénias, les gloxinias, les poinsettias, les rosiers, les violettes africaines et les pothos. Si les plantes sont bien arrosées et non stressées, il y a moins de risques de dégâts.

- Ne pas appliquer du *Trumpet* sur les gloxinias. Des producteurs ont signalé des brûlures sur la cinéraire.

9. Emploi de régulateurs de croissance

Un certain nombre de techniques culturales et de gestion environnementale permettent d'influencer la croissance des plantes, particulièrement leur croissance végétative.

Techniques culturales

- *Stress hydrique* — On peut ralentir la croissance d'une culture en la soumettant à un stress hydrique, ce qui consiste à restreindre la teneur en eau du substrat ainsi qu'à maintenir une humidité relative très faible dans son milieu ambiant.

- *Nutrition* — Un excès d'azote stimule l'élongation des cellules et, de ce fait, l'allongement des tiges. En agissant sur les teneurs en phosphore, on peut aussi influencer la croissance végétative.

- *DIF ou température diurne/nocturne* — La DIF est la différence entre la température diurne et la température nocturne. Une température plus fraîche le jour que la nuit (DIF négative) ou un abaissement brusque de la température dès l'aube durant toute la matinée a un effet inhibiteur sur la croissance des plantes. En outre, selon qu'on augmente ou qu'on abaisse la température moyenne sur 24 heures, on peut accélérer ou ralentir la croissance des plantes.

- *Intensité lumineuse* — En général, les plantes se développent moins en hauteur dans une serre où l'intensité lumineuse est élevée.

- *Qualité de la lumière* — On obtient des plants plus compacts quand on supprime la période de lumière crépusculaire, à la tombée de la nuit, en utilisant des écrans d'obscurcissement ou des toiles à ombrer, ce qui augmente le rapport de la lumière rouge à la lumière rouge lointain, comparativement à la lumière ambiante.

- *Stress mécanique* — Les plantes soumises à un stress mécanique (exposées à une forte circulation d'air ou effleurées un certain nombre de fois par jour) tendent à se développer moins en hauteur.

- *Eau froide* — Des aspersions d'eau froide peuvent avoir un effet régulateur de croissance. Des expériences effectuées sur le lis de Pâques (cv. Nellie White) ont montré que la hauteur de cette plante augmente de façon linéaire, à raison de 1,5 cm par degré C de température de l'eau, entre 2 °C et 20 °C. L'eau avait été appliquée deux fois par semaine, à raison de 100 mL par plant et par aspersion. Il faut que l'eau soit aspergée sur le méristème (apex) des plantes et non sur le substrat. Certaines plantes à massif réagissent également bien à cette technique.

Techniques chimiques

- Les régulateurs de croissance des plantes (RCP) sont devenus depuis une trentaine d'années un outil important en serriculture, car ils permettent de modifier le mode de développement des espèces florales cultivées en serre. Ils influent en effet sur différents mécanismes physiologiques comme l'allongement des tiges, la ramification, l'émission des racines, l'induction florale et la croissance végétative. Le présent chapitre traite des facteurs à considérer lorsqu'on utilise des RCP pour limiter la croissance végétative (c.-à-d. réduire la taille des plants).

Facteurs à considérer

Vigueur de la plante

N'administrer des RCP qu'à des plants en bonne santé et en pleine croissance ou à des cultivars vigoureux. Éviter de les utiliser sur des plants moins robustes ou des cultivars moins vigoureux, pour ne pas risquer de les atrophier excessivement. Les RCP imposent un stress aux plantes. Or, une plante saine et vigoureuse est plus apte à tolérer ce stress. Une plante déshydratée est plus sensible aux effets phytotoxiques d'un RCP qu'une plante turgescente. N'appliquer un RCP que sur des plantes pourvues d'un système racinaire bien développé. Par exemple, lorsqu'il est appliqué sur des lis de Pâques faiblement racinés, l'A-Rest peut provoquer une chute anormale des feuilles du bas.

Réaction spécifique du cultivar

La concentration du RCP et le nombre de traitements doivent être adaptés au comportement végétatif du cultivar

à traiter. Par exemple, dans le cas des chrysanthèmes en pots, les cultivars à longues tiges comme ceux de la série Princess Ann nécessitent généralement une concentration plus élevée de RCP que les cultivars plus compacts comme les Mandalay. Cette règle vaut aussi pour certaines souches de poinsettia.

Milieu ambiant

Les plantes cultivées dans un milieu frais et peu éclairé peuvent nécessiter moins de RCP que celles qui sont cultivées dans un milieu plus chaud et plus lumineux. Il faut par conséquent modifier la concentration selon qu'on est en été ou en hiver. S'abstenir d'appliquer un RCP lorsque la température dépasse 22 °C. Dans la mesure du possible, faire l'application en soirée ou pendant les périodes où les pertes par transpiration sont faibles, afin de favoriser l'absorption du produit par les tissus des plantes. Cette précaution s'impose particulièrement dans le cas du B-9 et, dans une moindre mesure, du Cycocel. Le Bonzi et le Sumagic, deux RCP à action systémique, sont absorbés rapidement par les tissus des plantes.

Stade phénologique

L'effet des RCP est généralement plus fort sur des plants jeunes et vigoureux. L'application d'A-Rest sur des lis de Pâques de moins de 10 cm de hauteur peut réduire le nombre de boutons floraux, retarder la floraison et atrophier gravement la plante. À l'inverse, s'il est appliqué trop tard, l'A-Rest ou le Sumagic provoque la formation d'une inflorescence à allure de palmier sur les lis, et de bractées trop petites sur le poinsettia. Un traitement prématuré peut aussi nuire au développement de certains entre-nœuds (dans le bas des tiges) du poinsettia et du chrysanthème. Cet effet est d'autant plus prononcé que la dose est forte ou le RCP puissant.

Pour ce qui concerne les plantes à massif, il faut des doses beaucoup plus faibles de Bonzi ou de Sumagic lorsqu'on traite des plantules en plateaux à alvéoles que lorsqu'on traite des plants qui ont été repiqués en caissettes alvéolées ou en corbeilles.

Dosage et uniformité du traitement

Avec la plupart des RCP, l'exactitude de la concentration de matière active (m.a.) dans la bouillie à appliquer est primordiale. On peut faire une conversion simple à l'aide des concentrations standard (1 ou 1000 ppm) indiquées au tableau 9–1, *Données repères pour la dilution des régulateurs de croissance.*

La dose doit être mesurée avec le plus grand soin avec une balance et/ou un récipient gradué de précision. Dans le cas de l'A-Rest administré par détrempage du substrat, la dose recommandée sur l'étiquette est exprimée en matière active totale par pot. Cela signifie donc que la concentration de la solution (mg/L ou ppm) multipliée par le volume de la bouillie à verser sur le substrat (L/pot) doit être égale à la dose (mg/pot).

- Toujours lire l'étiquette. Un même produit peut exister en différentes formulations. Une même formulation peut avoir changé. Se conformer au mode d'emploi spécifié par le fabricant. Le cas échéant, l'étiquette précise s'il faut utiliser un mouillant-adhésif.

- Les RCP doivent être conservés dans un endroit frais, sec et sombre, à l'abri du gel. Leur durée de conservation est d'au moins deux ans.

- Certains RCP deviennent instables une fois mélangés à l'eau. Préparer la bouillie immédiatement avant de l'employer pour éviter toute dégradation du produit.

Modes d'application

Détrempage du terreau ou du substrat

- Certains RCP se diffusent de façon systémique à l'intérieur de la plante en empruntant son système vasculaire (p. ex. A-Rest, Bonzi, Cycocel et Sumagic). L'arrosage abondant (détrempage) du substrat aide à mieux répartir l'absorption du produit par la plante et sa diffusion systémique, et donc à en augmenter l'effet. L'application des RCP par irrigation souterraine n'est pas encore homologuée. Des questions restent à régler quant à la dose et au risque de résidus sur les tables, dans le sol ou les rigoles de drainage.

- Le traitement par détrempage du sol est plus précis que la pulvérisation, mais demande plus de travail.

- **Avant de traiter, vérifier que les plantes ont des racines bien développées.** C'est là une précaution indispensable pour l'arrosage du substrat des lis de Pâques avec A-Rest.

- S'assurer que les plantes ne souffrent pas de stress. Le traitement risque de léser les plantes si elles sont tant soit peu déshydratées. Il est prudent d'arroser les plantes en fin d'après-midi et de traiter le lendemain matin. En outre, après un arrosage la veille, le RCP se répartit plus uniformément dans le substrat.

TABLEAU 9–1. Données repères pour la dilution des régulateurs de croissance

Nom du produit	Matière active	Formulation	Pulvérisation ou détrempage du sol	
			1 ppm	1 000 ppm
A-Rest	Ancymidol	0,0264 % (0,264 g/L)	3,8 mL/L	
B-9	Daminozide	85 SP (850 g/kg)		1,2 g/L
Bonzi	Paclobutrazol	0,4 % (4 g/L)	0,25 mL/L	
Cycocel	Chlorméquat	11,8 % (118 g/L)		8,5 mL/L
Cycocel Extra	Chlorméquat	46,0 % (460 g/L)		2,2 mL/L
Fascination	Benzyladénine + gibbérellines	1,8 %/1,8 %	0,056 mL/L	
Sumagic	Uniconazole	0,055 % (0,55 g/L)	1,8 mL/L	

- Appliquer suffisamment de bouillie pour mouiller toute la masse racinaire.

- Le détrempage du substrat avec Sumagic et Bonzi est extrêmement efficace. La précision du traitement est de toute première importance.

- Les substrats à base d'écorce de pin réduisent l'efficacité d'A-Rest, de Bonzi et de Sumagic.

Pulvérisation

- La pulvérisation demande moins de travail que le détrempage du sol, mais il est alors indispensable qu'elle recouvre uniformément le feuillage. Le bon fonctionnement du matériel de pulvérisation est très *important*.

- Les plantes doivent être turgescentes au moment du traitement pour ne pas subir de dégât foliaire.

- Après une pulvérisation à base de Cycocel ou de B-Nine, garder le feuillage sec pendant 12 à 24 heures pour éviter le lessivage de ces produits.

- La plupart des produits contiennent un agent mouillant; toutefois, on peut avoir à ajouter un mouillant-adhésif à la bouillie pour que celle-ci s'étale plus uniformément sur le feuillage et réduire la possibilité de dégâts foliaires. On obtient généralement un bon recouvrement avec 10 à 20 L de bouillie/100 m^2. On peut diminuer ce volume quand on traite des plants plus jeunes et plus petits.

- Pour éviter tout gaspillage des produits chimiques, placer les plantes aussi proches que possible les unes des autres sans pour autant trop les tasser.

- Appliquer les RCP avec un pulvérisateur réservé à cet usage. Le nettoyer après chaque application afin d'éviter tout risque de dégât dû à des résidus d'autres produits chimiques.

- On peut s'aider du tableau 9–2, *Volume de bouillie recommandé*, pour savoir quel volume préparer.

TABLEAU 9–2. Volume de bouillie recommandé

Diamètre du pot (cm)	Volume de bouillie (mL/pot)	
	Détrempage	Pulvérisation
10	90	3
13	120	6
15	180	10
20	240	17,5
25	300	25

Lorsqu'ils sont appliqués par pulvérisation foliaire, les RCP doivent être absorbés par les feuilles et diffusés à l'intérieur du plant. La matière active doit traverser la cuticule cireuse de la feuille ou de la tige et se diffuser à l'intérieur du tissu végétal. Les RCP très hydrosolubles comme le B-Nine et le Cycocel pénètrent lentement la cuticule, tandis que ceux qui sont moins hydrosolubles (Sumagic, Bonzi, A-Rest) la pénètrent très rapidement.

Dans le cas du Cycocel et du B-Nine, le feuillage absorbe la matière active tant qu'il reste mouillé; on doit donc les appliquer très tôt le matin ou à la fin de la journée ou par temps nuageux et humide, quand l'air est presque immobile. Éviter d'arroser les feuilles par aspersion pendant 12–24 heures après l'application pour ne pas enlever la matière active qui s'y est déposée.

L'A-Rest, le Sumagic et le Bonzi sont absorbés très rapidement (en quelques minutes) par les feuilles et risquent peu d'être lessivés une fois que les feuilles sont ressuyées.

Nombre d'applications

Le traitement « unique », par détrempage du sol ou pulvérisation, est la méthode la plus économique, mais aussi celle qui laisse le moins de place à l'erreur. Il est moins risqué de faire deux traitements avec la dose inférieure recommandée (qui est habituellement la moitié de la dose supérieure recommandée). Un intervalle de 1–2 semaines entre deux traitements consécutifs offre davantage de souplesse et réduit les risques d'endommager les plants. Il permet aussi de surveiller la croissance des plantes, de tenir compte du changement des conditions météorologiques et de décider s'il convient de faire ou non d'autres traitements. La technique des traitements multiples améliore normalement la forme des plants.

Comment estimer la taille définitive du plant

Les chercheurs en floriculture ont constaté qu'il est possible de prédire la taille définitive du chrysanthème, du lis de Pâques et du poinsettia en se référant à des courbes de croissance (suivi graphique). Le suivi graphique peut aider à déterminer si le ralentisseur de croissance utilisé est efficace et s'il faut ou non faire des traitements supplémentaires. Quatre semaines après le début du régime jours courts, le chrysanthème et le poinsettia sont à environ la moitié de leur hauteur définitive. Quant au lis de Pâques, sa hauteur définitive est approximativement le double de celle qu'il atteint au stade bouton visible. On peut donc estimer la hauteur définitive des plants en multipliant par deux la hauteur qu'ils atteignent à ces stades (hauteur mesurée à partir du haut du pot). Si la hauteur estimative est trop grande, une application de régulateur de croissance peut être indiquée. Ce traitement induira un nouveau ralentissement de croissance qui devrait permettre d'obtenir des plants de la forme souhaitée.

Les producteurs devraient se servir du suivi graphique dans leur programme cultural intégré comme technique de surveillance de la croissance. On trouve sur le marché des programmes de suivi graphique qui présentent les courbes de croissance caractéristiques de ces cultures.

Modes de préparation des bouillies

- Toujours lire l'étiquette. Manipuler les produits chimiques conformément aux recommandations du fabricant et observer toutes les restrictions et précautions.
- Au moment de mélanger des produits chimiques, savoir que le volume du RCP est compris dans le volume final de la bouillie à appliquer sur les plants. La première étape est de verser la dose exacte de produit chimique, puis d'ajouter l'eau jusqu'au volume requis. Par exemple, si le mode d'emploi indique 60 mL de B-9 par litre, verser en premier 60 mL de B-9 dans un récipient gradué approprié, puis ajouter l'eau jusqu'à la graduation 1 L. Ne pas oublier que c'est la bouillie finale contenant le B-9 qui doit faire 1 L.
- Ne pas ajouter d'agent mouillant-adhésif si l'étiquette indique que le RCP en contient déjà. Cependant, si la bouillie pulvérisée forme trop de perles sur les feuilles, y ajouter un agent mouillant pour qu'elle s'étale mieux.
- Lire l'étiquette pour savoir si le produit est suffisamment stable pour être conservé après la préparation. Il vaut mieux préparer les bouillies **juste avant** chaque application pour être sûr que le produit n'a rien perdu de son pouvoir.

Les régulateurs de croissance sont des outils trop délicats pour être appliqués en mélange avec d'autres produits. Ne pas courir de risques dans l'espoir de gagner du temps. Mesurer et appliquer avec précision le régulateur de croissance.

Recommandations concernant l'emploi des régulateurs de croissance sur les cultures florales

L'efficacité des régulateurs de croissance des plantes peut varier beaucoup d'une culture à l'autre. Il est essentiel de bien lire l'étiquette des RCP avant de les employer. Voir le tableau 9–3, *Liste des régulateurs de croissance homologués par culture*, et le tableau 9–4, *Mode d'emploi des régulateurs de croissance des plantes.*

TABLEAU 9–3. Liste des régulateurs de croissance homologués par culture

Culture	Régulateurs de croissance homologués
Azalée	B-Nine
Plantes à massif	B-Nine, Bonzi, Sumagic
Chrysanthème (en pot)	A-Rest, B-Nine, Sumagic
Chrysanthème (à couper)	B-Nine
Géranium à feuilles zonées	Bonzi, Cycocel, Cycocel Extra, Sumagic
Hydrangée	B-Nine
Lis de Pâques	A-Rest, Fascination, Sumagic
Lis hybrides	A-Rest, Fascination
Poinsettia	A-Rest, B-Nine, Cycocel, Cycocel Extra, Sumagic

TABLEAU 9–4. Mode d 'emploi des régulateurs de croissance des plantes

A-Rest (0,0264 % ancymidol)	
Cultures	**Chrysanthème (en pot), lis, poinsettia**
Concentration de la matière active	2–8 ppm
Dose	2 ppm = 7,5 mL/L d'eau 8 ppm = 30 mL/L d'eau
Mode d'application	Détrempage du substrat. Appliquer à raison de 0,25 mg de matière active par pot de 15 cm.
Moment de l'application	• *Chrysanthème* : Appliquer quand les racines commencent à sortir de la motte de substrat, soit environ deux semaines après le pincement, lorsque les pousses latérales atteignent 5 cm de long. • *Lis :* Appliquer lorsque les lis ont 7–15 cm de hauteur. Ne pas traiter entre le 23 janvier et le 7 février, sous peine de réduire le nombre de boutons floraux. • *Poinsettia* : Traiter la plante à partir du pincement jusqu'à 4 semaines suivant le pincement; ou 8–12 semaines avant la finition
Remarques	La bouillie doit mouiller uniformément tout le substrat. Ne pas ajouter d'agent mouillant. Dans le cas des lis de Pâques, s'assurer que les racines sont saines et que le substrat est suffisamment riche en phosphore pour limiter le jaunissement des feuilles inférieures.

Cycocel Extra (46,0 % chlorméquat)	
Cultures	**Géranium à feuilles zonées, poinsettia**
Concentration de la matière active	*Géraniums* : 1 500–3 000 ppm *Poinsettia* : 1 500–3 000 ppm
Dose	1 500 ppm = 3,25 mL/L d'eau 3 000 ppm = 6,5 mL/L d'eau
Mode d'application	Pulvérisation ou détrempage du substrat
Moment de l'application	• *Géranium à feuilles zonées* : appliquer par détrempage du substrat, à raison de 1 500–3 000 ppm, 3 semaines après le repiquage, quand les plants sont bien enracinés et que la tige commence à s'allonger. • *Poinsettia* : traiter quand les pousses atteignent de 2 à 4 cm.
Remarques	• *Géranium à feuilles zonées* : hâte la floraison et stimule la ramification. • *Poinsettia* : un traitement après le 15 octobre peut retarder la formation des fleurs et réduire la taille des bractées chez les poinsettias qui sont élevés sous régime d'éclairement naturel. Deux traitements à demi-dose sont plus efficaces qu'un seul traitement à pleine dose.

Cycocel (11,8 % chlorméquat)	
Cultures	Azalée, géranium (de semis), poinsettia
Concentration de la matière active	*Azalée* : 1 500–2 000 ppm *Géranium* : 2 000–3 000 ppm *Poinsettia* : 1 500–3 000 ppm
Dose	2 000 ppm = 17 mL/L d'eau; 3 000 ppm = 25 mL/L d'eau
Mode d'application	Pulvérisation ou détrempage du sol
Moment de l'application	• *Azalée* : Faire deux traitements à une semaine d'intervalle, quand la repousse qui suit le dernier pincement atteint 2–2,5 cm de long, pour limiter l'élongation et améliorer la floraison, ou pour empêcher la croissance végétative en fin de saison. • *Géranium (de semis)* : Faire le premier traitement lorsque les plants ont 2–4 vraies feuilles ou environ 3 semaines après le repiquage. • *Poinsettia* : Traiter lorsque les pousses ont 2–4 cm de hauteur.
Remarques	• Azalée : Peut provoquer un certain durcissement des plants, une faible chlorose et /ou une floraison inégale. S'utilise aussi pour avancer la floraison chez certaines variétés. • *Géranium (de semis)* : Le traitement par pulvérisation peut provoquer la brûlure du pourtour des feuilles. il avance la floraison et stimule la ramification. • *Poinsettia* : Un traitement après le 10 octobre peut retarder la floraison et réduire la taille des bractées. Deux traitements avec la demi-dose préconisée sont plus efficaces qu'un seul traitement à pleine dose.

B-Nine SP (85 % daminozide)	
Cultures	**Azalées, plantes à massif, chrysanthème (en pot et à couper), hydrangée, poinsettia**
Concentration de la matière active	*Azalée* (2 500–3 500 ppm) *Plantes à massif* (2 500–5 000 ppm) *Chrysanthème : en pot* (2 500–5 000 ppm); *à couper* (2 500 ppm) *Hydrangée* (2 500–5 000 ppm) *Poinsettia* (5 000–7 000 ppm)
Dose	2 500 ppm = 3,0 g/L d'eau
Mode d'application	Pulvérisation
Moment de l'application	• *Azalée* : Après le dernier pincement, traiter lorsque les pousses ont 2,5 cm de long afin de stimuler le développement de nouveaux boutons. • *Plantes à massif* : Appliquer 2–3 semaines après le repiquage ou lorsque les plants ont commencé à s'allonger. Traiter une deuxième fois au besoin. • *Chrysanthème (en pot)* : Appliquer lorsque les pousses ont 2–4 cm de long. Traiter une deuxième fois au besoin 3 semaines plus tard; *(à couper)* : pour empêcher l'allongement des pédoncules, pulvériser 2 jours après l'ébourgeonnement ou 4 semaines suivant la mise à l'ombre. • *Hydrangée* : Effectuer la première pulvérisation entre 2 et 3 semaines (stade 4–5 feuilles) et la deuxième pulvérisation une semaine plus tard. • *Poinsettia* : Pulvériser lorsque les pousses ont environ 5 cm de hauteur.
Remarques	• *Azalée* : Amplifie la réaction aux jours courts et hâte la formation des boutons. Ne pas laisser la solution dégoutter sur le substrat. • *Plantes à massif* : Efficace sur la plupart des plantes à massif, sauf sur gueule-de-loup, célosie, coléus, pensée, géranium, œillet, cléome, volubilis et gomphrena. • *Chrysanthème (en pot)* : Utiliser la dose inférieure sur les plants pincés et la dose supérieure sur les plants à une seule tige. Pulvériser sur le feuillage jusqu'au point de ruissellement; *(à couper)* : ne pas mélanger le B-Nine avec d'autres pesticides. • *Hydrangée* : Traiter si nécessaire quand les boutons sont visibles. • *Poinsettia* : Ne pas ajouter d'agent mouillant. Une application tardive retardera la floraison.

Bonzi (0,4 % paclobutrazol)	
Cultures	**Plantes à massif en plateaux à alvéoles (plantules), en caissettes à alvéoles ou en godets (plants repiqués)**
Concentration de la matière active	0,5–60 ppm selon le mode d'application et l'espèce cultivée. **Lire attentivement l'étiquette. Le Bonzi est extrêmement actif à très faible concentration. Faire d'abord un essai à faible concentration sur chaque espèce et cultivar.**
Dose	1 ppm = 0,25 mL/L d'eau 2 ppm = 0,5 mL/L d'eau 10 ppm = 2,5 mL/L d'eau
Mode d'application	Pulvérisation (utiliser 1–2 L/10 m^2 selon le stade phénologique). Détrempage du sol (utiliser 60–80 mL/pot de 10 cm; 120–140 mL/pot de 15 cm).
Moment de l'application	Plantules en plateaux à alvéoles : faire le premier traitement au stade de la première ou de la deuxième feuille. Plants repiqués en caissettes alvéolées ou en godets (petits pots) : traiter quand la reprise des plants est assurée, soit habituellement 2–3 semaines après le repiquage.
Remarques	• On obtient normalement la hauteur souhaitée après un seul traitement par pulvérisation ou détrempage du sol, mais on peut aussi obtenir une bonne maîtrise de la hauteur par deux traitements à 7–10 jours d'intervalle avec la moitié de la dose recommandée. • Prendre soin de ne pas pulvériser une quantité excessive de bouillie sur les jeunes plants dont le feuillage ne recouvre pas encore complètement le substrat; la bouillie pénètrerait dans le substrat et y agirait comme un détrempage du sol, ce qui pourrait causer l'atrophie des espèces sensibles. • Comme la matière active du Bonzi est absorbée par les tiges, il est essentiel que la pulvérisation atteigne uniformément toutes les parties aériennes de la plante. Une dose excessive risque d'atrophier les plants et de retarder la floraison

Fascination (1,8 % benzyladénine, BA, et 1,8 % gibbérellines, GA_{4+7})	
Cultures	**Lis de Pâques, lis asiatique hybride et lis oriental hybride**
Concentration de la matière active	25–100 ppm de benzyladenine ou GA_{4+7}
Dose	25 ppm = 1,4 mL/L d'eau 100 ppm = 5,6 mL/L d'eau
Mode d'application	Pulvériser à raison de 25 ppm uniquement sur les feuilles du bas, au stade du bouton visible, avant que les feuilles commencent à jaunir. Pulvériser à raison de 100 ppm sur toute la plante, quand les boutons sont épanouis, juste avant le transfert en chambre froide. Utiliser un pulvérisateur ordinaire à basse pression pour éviter un brouillard trop fin qui se déposerait sur les feuilles immatures, ce qui pousserait la plante à s'allonger. Traiter à raison de 1,9 L de solution par 10 m^2 de superficie de banquettes de culture, en veillant à bien recouvrir les feuilles du bas. Ne pas utiliser plus de 15 mL de bouillie par plante, car, sinon, le produit excédentaire qui tomberait sur le substrat pourrait également pousser la plante à s'allonger. Le produit n'est pas systémique et ne migre pas dans la plante. Par conséquent, seules les feuilles qui ont reçu la solution seront protégées.
Moment de l'application	Traiter au stade du bouton visible, ou juste avant l'envoi en chambre froide.
Remarques	Les plantes ne réagissent pas toutes de la même façon au traitement à cause de différences dans leur structure, leur superficie foliaire, l'orientation de leurs feuilles. Traiter dans la matinée ou à la fin de l'après-midi, quand les plants ne souffrent pas de stress.

Sumagic (0,055 % uniconazole-P)	
Cultures	**Plantes à massif, chrysanthème, lis de Pâques, géranium à feuilles zonées et géranium de semis, poinsettia**
Concentration de la matière active	*Plantes à massif* : 1–30 ppm *Chrysanthème* : 5–10 ppm *Lis de Pâques* : 3–30 ppm *Géranium* : 2–4 ppm (de semis); 2–8 ppm (à feuilles zonées) *Poinsettia* : 2–8 ppm
Dose	1 ppm = 1,8 mL/L d'eau 2 ppm = 3,6 mL/L d'eau 10 ppm = 18 mL/L d'eau
Mode d'application	Pulvérisation (utiliser 1–2 L par 10 m^2 selon le stade phénologique) Pour un résultat optimal, traiter de préférence à basse pression et en produisant des gouttelettes suffisamment grosses.
Moment de l'application	• *Plantes à massif* : Varie selon l'espèce à traiter. Lire attentivement l'étiquette. On fait habituellement la première pulvérisation lorsque les semis ont 2,5–3,0 cm de hauteur. • *Chrysanthème* : Appliquer 7–14 jours après le pincement lorsque la longueur des entre-nœuds est de 3,8–5,0 cm. On peut traiter une deuxième fois 7–21 jours plus tard, pour réduire encore davantage la croissance. • *Lis de Pâques* : Faire le traitement lorsque les pousses font 7,5 cm de long. Laisser passer au moins 2 semaines entre les traitements et éviter de traiter tard dans la saison. *Géranium* (de semis) : Traiter quand les plants atteignent 5–16 cm de haut; (géranium à feuilles zonées) traiter les boutures quand elles sont bien enracinées. • *Poinsettia* : Appliquer lorsque les entre-nœuds mesurent 3,5–5,0 cm de long (environ 10–14 jours après le pincement). On peut faire deux autres traitements au maximum, à 7 jours d'intervalle, jusqu'à ce qu'on obtienne les caractéristiques de croissance souhaitées. Ne pas traiter une fois les bractées formées.
Remarques	• La réaction des plantes au Sumagic est fortement influencée par des facteurs culturaux et environnementaux comme le substrat, la gestion de l'eau et de la fertilisation, la température, l'éclairement, la composition de la serre et différentes pratiques culturales. Faire d'abord un essai sur un petit nombre de plants à la dose la plus faible recommandée. Il se peut qu'il faille réduire les doses lorsque les températures sont plus fraîches. • *Plantes à massif* : Utiliser la dose inférieure recommandée sur l'étiquette. Vérifier d'abord la façon dont chaque espèce répond au traitement. • *Chrysanthème* : Deux applications à demi-dose peuvent avoir plus d'effet qu'une seule application à pleine dose. • *Lis de Pâques* : Un traitement avec Sumagic peut réduire les besoins en eau du lis de Pâques. Éviter les applications tardives. Dans les conditions qui prévalent en Ontario, la dose de 2–3 ppm semble convenir, avec un maximum de trois pulvérisations par saison. • *Poinsettia* : Le traitement peut entraîner une légère réduction de la taille et du diamètre des bractées; il peut retarder la floraison s'il est effectué quand les plants sont déjà en régime jours courts.

10. Lutte contre les maladies et les ravageurs

Ce chapitre est constitué de deux tableaux qui énumèrent les pesticides recommandés pour protéger les cultures florales de serre. Le tableau 10–1, *Pesticides recommandés — par ordre alphabétique de leur nom commercial*, précise quelles sont les cultures sur lesquelles chaque produit est homologué ainsi que les ravageurs ou maladies qu'il permet de combattre. Le tableau 10–2, *Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures*, indique les pesticides qui peuvent être utilisés sur les différentes cultures. Il précise quels sont les pesticides homologués à employer, et à quelle dose, contre chaque ravageur et maladie de la culture. Avant d'utiliser un pesticide, il est impératif de consulter l'étiquette pour en connaître exactement les modalités d'emploi. L'ordre dans lequel figurent les produits dans les tableaux ci-après ne traduit aucun classement préférentiel. Dans certaines conditions d'utilisation, de nombreux pesticides peuvent causer des réactions phytotoxiques. Lire attentivement l'étiquette et consulter la section intitulée *Dégâts causés par les pesticides aux cultures florales*, page 94.

TABLEAU 10–1. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique de leur nom commercial

Insecticides		
Nom commercial (matière active)	**Ravageurs**	**Cultures**
Avid (abamectine)	Tétranyques, mineuses	Plantes ornementales de serre
Citation (cyromazine)	Mineuses, mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides), mouches des rivages (éphydridés)	Plantes ornementales de serre
Confirm (tébufénozide)	Légionnaire, vers-gris, fausse-arpenteuse du chou, noctuelle verdoyante, tordeuses	Plantes ornementales de serre
Dibrom (naled)	Aleurodes, pucerons, tétranyques, tordeuses, cochenilles farineuses	Rose, fleurs coupées
Dimilin (diflubenzuron)	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides), mouches des rivages (éphydridés)	Plantes ornementales de serre
Dipel (*Bacillus thuringiensis*)	Tordeuses, fausse-arpenteuse du chou	Rose, chrysanthème
DDVP Fumigène (dichlorvos)	Pucerons, tétranyques, thrips des petits fruits, aleurodes, cochenilles farineuses	Plantes ornementales de serre
DDVP 20 % EC (dichlorvos)	Pucerons, aleurodes	Plantes ornementales de serre
Decis (deltaméthrine)	Thrips des petits fruits	Cultures florales de serre (chrysanthème, cinéraire, lis de Pâques, géranium)
Dyno-Mite (pyridabène)	Aleurodes, tétranyques	Plantes ornementales de serre
Endeavor (pymétrozine)	Élimination des pucerons, diminution des populations d'aleurodes	Plantes ornementales de serre
Enstar II (kinoprène)	Aleurodes, pucerons	Plantes ornementales de serre
Intercept (imidaclopride)	Pucerons, aleurodes	Plantes ornementales de serre
Kelthane (dicofol)	Acariens	Plantes ornementales de serre
Malathion (malathion)	Pucerons, aleurodes, thrips, cochenilles farineuses, tétranyques	Chrysanthème, œillet, rose, géranium, muflier

TABLEAU 10–1. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique de leur nom commercial (suite)

Insecticides

Nom commercial (matière active)	Ravageurs	Cultures
Nicotine (nicotine)	Pucerons, thrips, cécidomyie du rosier, cécidomyie du chrysanthème	Plantes ornementales de serre
Orthene (acéphate)	Pucerons, thrips, aleurodes, cécidomyie du rosier, tordeuses	Rose de serre
Pirliss (pyrimicarbe)	Pucerons	Plantes ornementales de serre
Pounce (perméthrine)	Aleurodes, mineuse du chrysanthème	Plantes ornementales de serre
Pyrate (chlorpyrifos)	Thrips, aleurodes, cochenilles, cochenilles farineuses, cicadelles	Plantes ornementales de serre
Savon insecticide	Pucerons, aleurodes, tétranyques, cochenilles farineuses, cochenille des Hespérides	Plantes ornementales de serre
Thiodan 50 WP, 4 EC; Endosulfan 50 W, Thionex EC (endosulfan)	Pucerons, aleurodes, tarsonème du fraisier	Plantes ornementales de serre
Trumpet (bendiocarbe)	Cochenilles, thrips, cochenilles farineuses, pucerons, mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Plantes ornementales de serre
Vectobac (*Bacillus thuringiensis*)	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Plantes ornementales de serre

Fongicides

Nom commercial (matière active)	Maladies	Cultures
Aliette (fosétyl-al)	*Pythium*, *Phytophthora*	Plantes ornementales de serre
Botran (diclorane)	*Botrytis*	Rose, géranium, chrysanthème
Daconil 2787 (chlorthalonil)	Diverses maladies foliaires (voir l'étiquette)	Diverses espèces à bulbes, plantes à fleurs et plantes vertes (voir l'étiquette)
Decree (fenhexamide)	*Botrytis*	Plantes ornementales de serre
Folpan (folpet)	Pourriture des racines due à *Pythium*	Poinsettia
Maestro, Supra Captan (captane)	Fonte des semis, pourritures des racines, taches foliaires (voir l'étiquette)	Rose et autres fleurs de serre
Meltatox (dodémorphacétate)	Blanc	Rose
Mycostop (*Streptomyces griseoviridis*)	*Fusarium*	Plantes ornementales de serre
No-Damp (benzoate d'oxine)	Fonte des semis	Plantules et boutures de plantes ornementales
Nova (myclobutanil)	Rouilles, blanc	Géranium, poinsettia, rose, gerbera, aster, chrysanthème
Phyton 27 (cuivre élémentaire)	Diverses maladies fongiques et bactériennes des feuilles (voir l'étiquette)	Diverses plantes, en pulvérisation foliaire. Trempage des boutures et traitement post-récolte (voir l'étiquette)
Quintozene (quintozène)	*Rhizoctonia*, *Sclerotinia*	Diverses espèces ornementales et plantes à bulbe (voir l'étiquette)
Rootshield (*Trichoderma harzianum*)	Maladies des racines causées par *Rhizoctonia*, *Pythium* et *Fusarium*	Plantes ornementales de serre
Rovral (iprodione)	*Botrytis*, fonte des semis *(Rhizoctonia)*	Plantes ornementales

TABLEAU 10–1. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique de leur nom commercial (suite)

Fongicides

Nom commercial (matière active)	Maladies	Cultures
Senator (thiophanate-méthyl)	*Rhizoctonia*, *Fusarium*, blanc, *Botrytis*, taches foliaires	Plantes ornementales de serre en pots
Subdue Maxx, (métalaxyl)	*Pythium*, *Phytophthora*	Plantes ornementales de serre
Truban (étridiazole)	*Pythium*, *Phytophthora*	Diverses plantes à massif, plantes vertes, plantes cultivées en pots et sur couches (voir l'étiquette)

Autres pesticides

Nom commercial (matière active)	Ravageurs	Cultures
Deadline M-Ps (métaldéhyde)	Limaces	Plantes ornementales
Slug-Em (métaldéhyde)	Limaces	Plantes ornementales
Sluggo (phosphate ferrique)	Limaces	Plantes ornementales de serre et de plein champ, plants de pépinière

TABLEAU 10–2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Aster	Blanc	Nova 40 W	340 g	
	Botrytis	Maestro 75 DF	1,5 kg	
		Supra Captan 80 WDG	1,25 kg	
		Rovral 50 % WP	1,0 kg	Faire un essai limité avant de traiter à grande échelle
		Senator 70 WP	650–850 g	
Azalée	Aleurodes	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Dyno-Mite 75 W	284–425 g (10–15 sachets APV)	
		Enstar II	250–750 mL	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP 20 % EC	6 L	
		Savon insecticide	20 L	
		Endeavor 50 WG	200 g	Limite l'infestation seulement
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
	Mouches des rivages (éphydridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol

TABLEAU 10–2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Azalée (suite)	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac 600 L	2–8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 WP	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
	Pucerons	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Endeavor 50 WG	100–200 g	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50W	1,0 kg	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP 20 % EC	6 L	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Enstar II	250– 750 mL	
		Savon insecticide	20 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Nicotine Fumigène	1/300 m^3	
	Tarsonème du fraisier	Kelthane 50 W	525–700 g	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
	Tétranyque à deux points	Kelthane 50 W	525–700 g	
		Dyno-Mite 75 W	142–284 g (5–10 sachets APV)	
		Avid 1,9 % EC	300 mL	
		Savon insecticide	20 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
	Thrips	Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg 1,25 kg	Pulvérisation foliaire Pulvérisation à la surface du sol
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		Nicotine Fumigène	1/300 m^3	
	Tordeuse	Confirm 240 F	1,0 L	
	Cylindrocladium	Phyton 27	1,25–2,75 L	
	Fonte des semis *Pythium/Phytophthora*	Subdue Maxx	5 mL/m^3	Incorporer au substrat (au semis et au repiquage)
		Rootshield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m^3	Au stade du mélange du substrat

TABLEAU 10–2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Azalée (suite)	*Rhizoctonia*	Senator 70 WP	650–850 g	Arrosage abondant
		Maestro 75 DF	3,25–6,5 kg	Trempage des boutures
		Supra Captan 80 WDG	3,0–6,0 kg	Trempage des boutures
		Rootshield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m^3	Au stade du mélange du substrat
	Phytophthora	Aliette WDG	2,8 kg	Pulvérisation foliaire
		Subdue Maxx	5 mL/m^3	Incorporer au substrat (au semis et au repiquage)
		Rootshield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m^3	Au stade du mélange du substrat
Bégonia (Rieger)	Aleurodes	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Enstar II	250–750 mL	
		Endeavor 50 WG	200 mL	Limite l'infestation seulement
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Savon insecticide	20 L	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		Dyno-Mite 75 W	284–425 g (10–15 sachets APV)	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP 20 % EC	6 L	
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Pounce 384 EC	260 mL	
	Cochenilles farineuses	Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Pyrate 480 EC	200 mL	
		Savon insecticide	20 L	
	Mouches des rivages (éphydridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Vectobac 600 L	2–8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 W	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
	Pucerons	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Endeavor 50 WG	100–200 g	
		Enstar II	250–750 mL	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	

TABLEAU 10–2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Bégonia (Rieger) (suite)	Pucerons (suite)	DDVP 20 % EC	6 L	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Nicotine Fumigène	1/300 m^3	
		Savon insecticide	20 L	
	Tétranyque à deux points	Avid 1,9 % EC	300 mL	
		Dyno-Mite 75 W	142–284 g (5–10 sachets APV)	
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		Savon insecticide	20 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
	Thrips	Pyrate 480 EC	500 mL	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg 1,25 kg	Pulvérisation foliaire Pulvérisation à la surface du sol
		Nicotine Fumigène	1/300 m^3	
	Blanc	Phyton-27	1,25–2,5 L	
	Botrytis	Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Rovral 50 % WP	1,0 kg	
		Senator 70 WP	650–850 g	
	Taches foliaires (sur boutures) · *Pythium/Phytophthora*	Truban 30 % WP	90–135 g 55–110 g	Arrosage abondant Ajout au moment de la préparation du substrat
		Subdue Maxx	5 mL/m^3	Incorporer au substrat (au semis et au repiquage)
		Aliette WDG	2,8 kg	Pulvérisation foliaire
		Rootshield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m^3	Au stade du mélange du substrat
	Rhizoctonia	Senator 70 WP	650–850 g	Arrosage abondant
		Quintozene	1,25 kg	Arrosage abondant
		Rootshield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m^3	Au stade du mélange du substrat
		Supra Captan 80 WDG	1,5 kg	
		Maestro 75 DF	1,5 kg	
Calcéolaire	Aleurodes	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Enstar II	250–750 mL	
		Dyno-Mite 75 W	284–425 g (10–15 sachets APV)	
		Savon insecticide	20 L	
		Endeavor 50 WG	200 g	Limite l'infestation seulement

TABLEAU 10–2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Calcéolaire (suite)	Aleurodes (suite)	Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP 20 % EC	6 L	
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
	Mouches des rivages (éphydridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac 600 L	2–8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 W	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
	Pucerons	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Endeavor 50 WG	100–200 g	
		Enstar II	250–750 mL	
		Savon insecticide	20 L	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP 20 % EC	6 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Nicotine Fumigène	1/300 m^3	
	Tétranyque à deux points	Avid 1,9 % EC	300 mL	
		Dyno-Mite 75 W	142–284 g (5–10 sachets en APV)	
		Savon insecticide	20 L	
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
	Botrytis	Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Rovral 50 WP	1,0 kg	Faire un essai limité avant de traiter à grande échelle
		Senator 70 WP	650–850 g	

TABLEAU 10–2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Chrysanthème	Aleurodes	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Dyno-Mite 75 W	284–425 g (10–15 sachets APV)	
		Enstar II	250–750 mL	
		Savon insecticide	20 L	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Endeavor 50 WG	200 g	Limite l'infestation seulement
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP 20 % EC	6 L	
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		Malathion 50 % EC	2,0 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m^3	
		Pounce 384 EC	260 mL	
	Fausse-arpenteuse du chou	Confirm 240 F	500 mL	
		Dipel DF	312–625 g	
		Dipel WP	0,625–1,25 kg	
		Thuricide HPC	5 L	
		BioProtec CAF	1,8 L	
	Mineuses	Avid 1,9 % EC	600 mL	
		Citation 75 WP	188 g	Peut être utilisé à bas volume, à raison de 188 g/ha
		Pounce 384 EC	260 mL	
	Mouches des rivages (éphydridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac 600 L	2–8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 W	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
	Pucerons	Pirliss DF	500 g	
		Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Endeavor 50 WG	100–200 g	
		Enstar II	250–750 mL	
		Savon insecticide	20 L	
		Nicotine Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP 20 % EC	6 L	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	

TABLEAU 10–2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Chrysanthème (suite)	Pucerons (suite)	Malathion 50 % EC	2,0 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m^3	
		Thiodan 50 WP	1,0-1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
	Tarsonème du fraisier	Kelthane 50 W	525–700 g	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
	Tétranyque à deux points	Dyno-Mite 75 W	142–284 g (5–10 sachets APV)	
		Avid 1,9 % EC	300 mL	
		Savon insecticide	20 L	
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		Malathion 50 % EC	2,0 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m^3	
	Thrips	Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg 1,25 kg	Pulvérisation foliaire Pulvérisation à la surface du sol
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		Malathion 50 % EC	2,0 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		Decis 5,0 EC	0,35–0,5 L	
		Nicotine Fumigène	1/300 m^3	
	Botrytis	Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Daconil 2787	2,5 L	
		Maestro 75 DF	1,3–1,6 kg	
		Supra Captan 80 WDG	1,25 kg	
		Botran 75 % WP	925 g	
		Rovral 50 % WP	1,0 kg	
		Senator	650–850 g	
	Brûlure *Ascochyta*	Daconil 2787	2,5 L	
	Pourriture des racines *Pythium/Phytophthora*	Truban 30 % WP	500–750 g 55–110 g/m^3	Arrosage abondant Incorporer pendant le mélange du substrat, à sec
		Truban 25 % EC	300–630 mL	
		Subdue Maxx	5 mL/m^3	Incorporer au substrat (au semis et au repiquage)

TABLEAU 10–2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Chrysanthème (suite)	*Pythium/Phytophthora* (suite)	Rootshield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m^3	Au stade du mélange du substrat
	Rhizoctonia	Senator	650–850 g	Arrosage abondant
		Quintozene 75 WP	1,25 kg	Arrosage abondant
		Supra Captan 80 WDG	1,5 kg 3–6 kg	Traitement du sol Trempage des boutures
		Maestro 75 DF	1,5 kg 3,25–6,5 kg	Traitement du sol Trempage des boutures
		Rootshield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m^3	Au stade du mélange du substrat
	Rouille	Nova 40 W	340 g	
	Tache foliaire	Daconil 2787	2,5 L	
		Senator	650-850 g	
		Supra Captan 80 WDG	1,25 kg	
		Maestro 75 DF	1,3-1,6 kg	
Cinéraire	Aleurodes	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Enstar II	250–750 g	
		Dyno-Mite 75 W	284–425 g (10–15 sachets APV)	
		Endeavor 50 WG	200 g	Limite l'infestation seulement
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Savon insecticide	20 L	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP 20 % EC	6 L	
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
	Mouches des rivages (éphydridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac 600 L	2–8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 W	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
	Pucerons	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Endeavor 50 WG	100–200 g	
		Enstar II	250–750 g	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	

TABLEAU 10–2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Cinéraire (suite)	Pucerons (suite)	Savon insecticide	20 L	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP 20 % EC	6 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Nicotine Fumigène	1/300 m^3	
	Tétranyque à deux points	Avid 1,9 % EC	300 mL	
		Dyno-Mite 75 W	142–284 g (5–10 sachets APV)	
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		Savon insecticide	20 L	
	Thrips	Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg 1,25 kg	Pulvérisation foliaire Pulvérisation à la surface du sol
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Decis 5,0 EC	350–500 mL	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		Nicotine Fumigène	1/300 m^3	
	Botrytis	Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Rovral 50 % WP	1,0 kg	
		Senator	650–850 g	
Cyclamen	Mouches des rivages (éphydridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac 600 L	2–8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 W	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
	Pucerons	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Endeavor 50 WG	100–200 g	
		Enstar II	250–750 mL	
		Nicotine Fumigène	1/300 m^3	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	

TABLEAU 10–2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Cyclamen (suite)	Pucerons (suite)	Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP 20 % EC	6 L	
		Savon insecticide	20 L	
	Tarsonème du fraisier	Kelthane 50 W	525–700 g	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
	Tétranyque à deux points	Avid 1,9 % EC	300 mL	
		Dyno-Mite 75 W	142–284 g (5–10 sachets APV)	
		Savon insecticide	20 L	
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
	Botrytis	Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Phyton-27	1,25–2,5 L	
		Rovral 50 % WP	1,0 kg	
		Senator	650–850 g	
	Fusarium	Senator 70 WP	650–850 g	Arrosage abondant
		Mycostop	2–10 g/100 m^2 (production de plantules)	
			5–10 mg/plant (plantes en pot)	
		Rootshield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m^3	Au stade du mélange du substrat
Exacum	Tétranyque à deux points	Avid 1,9 % EC	300 mL	
		Dyno-Mite 75 W	142–284 g (5–10 sachets en APV)	
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		Savon insecticide	20 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
	Botrytis	Decree 50 WDG	1,12 kg/ha	Faire un essai avant de traiter de nouvelles cultures
		Rovral 50 % WP	1,0 kg	
Géranium	Aleurodes	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Dyno-Mite 75 W	284–425 g (10–15 sachets APV)	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Enstar II	250– 750 mL	

TABLEAU 10–2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Géranium (suite)	Aleurodes (suite)	Endeavor 50 WG	200 g	Limite l'infestation seulement
		Savon insecticide	20 L	
		Pounce 384 EC	260 mL	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP 20 % EC	6 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
	Cochenilles farineuses	Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Savon insecticide	20 L	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
	Mouches des rivages (éphydridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac 600 L	2–8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 W	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
	Pucerons	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Endeavor 50 WG	100–200 g	
		Enstar II	250–750 mL	
		Savon insecticide	20 L	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP 20 % EC	6 L	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Nicotine Fumigène	1/300 m^3	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
	Tétranyque à deux points	Dyno-Mite 75 W	142–284 g (5–10 sachets APV)	
		Avid 1,9 % EC	300 mL	
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		Savon insecticide	20 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
	Thrips	Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg 1,25 kg	Pulvérisation foliaire Pulvérisation à la surface du sol
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		Nicotine Fumigène	1/300 m^3	
		Decis 5,0 EC	0,35–0,5 L	
	Botrytis	Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha

TABLEAU 10–2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Géranium (suite)	*Botrytis* (suite)	Phyton-27	2,5 L	
		Botran 75 % WP	925 g	
		Daconil 2787	2,5 L	Sur les feuilles seulement
		Rovral 50 % WP	1,0 kg	
		Senator 70 WP	650–850 g	
	Fonte des semis *Rhizoctonia*	Supra Captan 80 WDG	1,5 kg	Traitement du sol
		Maestro 75 DF	1,5 kg	Traitement du sol
		Senator 70 WP	650–850 g	Arrosage abondant
		Rootshield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m^3	Au stade du mélange du substrat
		No-Damp	10 L	
	Pourritures des tiges et des racines *Pythium/Phytophthora*	Subdue Maxx	5 mL/m^3	Incorporer au substrat (au semis et au repiquage)
		Truban 25 % EC	300–600 mL	Arrosage abondant
		Aliette WDG	2,8 kg	Pulvérisation foliaire
		Rootshield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m^3	Au stade du mélange du substrat
	Rouille	Nova 40 W	340 g	
		Daconil 2787	2,5 L	Traitement foliaire seulement
Gerbera	Aleurodes	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	Les substrats à base de fibre de coco risquent de fixer Intercept, empêchant les plantes de l'assimiler
		Dyno-Mite 75 W	284–425 g (10–15 sachets APV)	
		Enstar II	250–750 mL	
		Savon insecticide	20 L	
		Endeavor 50 WG	200 g	Limite l'infestation seulement
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		Pounce 384 EC	260 mL	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP 20 % EC	6 L	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m^3	
	Mineuse	Avid 1,9 % EC	600 mL	
		Citation 75 WP	188 g	Peut être utilisé à bas volume à raison de 188 g/ha

TABLEAU 10–2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Gerbera (suite)	Mouches des rivages (éphydridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac 600 L	2–8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 W	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
	Pucerons	Pirliss 50 DF	500 g	
		Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Endeavor 50 WG	100–200 g	
		Enstar II	250–750 g	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Savon insecticide	20 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP 20 % EC	6 L	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m^3	
		Nicotine Fumigène	1/300 m^3	
	Tétranyque à deux points	Dyno-Mite 75 W	142–284 g (5–10 sachets APV)	
		Avid 1,9 % EC	300 mL	
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		Savon insecticide	20 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m^3	
	Thrips	Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg 1,25 kg	Pulvérisation foliaire Pulvérisation à la surface du sol
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Nicotine Fumigène	1/300 m^3	
	Blanc	Nova 40 W	340 g	
	Botrytis	Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Rovral 50 WP	1,0 kg	Faire un essai limité avant de traiter à grande échelle
		Senator 70 WP	650–850 g	

TABLEAU 10–2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Gerbera (suite)	*Botrytis* (suite)	Phyton 27	1,25–2,0 L	
	Pourritures des racines *Pythium/Phytophthora*	Subdue Maxx	5 mL/m^3	Incorporer au substrat (au semis et au repiquage)
		Rootshield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m^3	Au stade du mélange du substrat
Gloxinia	Mouches des rivages (éphydridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac 600 L	2–8 L	Arrosage abondant
	Pucerons	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Endeavor 50 WG	100–200 g	
		Enstar II	250–750 mL	
		Savon insecticide	20 L	
		DDVP 20 % EC	6 L	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP 20 % EC	6 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Nicotine Fumigène	1/300 m^3	
	Tétranyque à deux points	Avid 1,9 % EC	300 mL	
		Dyno-Mite 75 W	142–284 g (5–10 sachets APV)	
		Savon insecticide	20 L	
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
	Thrips	Pyrate 480 EC	500 mL	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Nicotine Fumigène	1/300 m^3	
	Botrytis	Decree 50 WDG	1,12 kg/ha	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Rovral 50 WP	1,0 kg	Faire un essai limité avant de traiter à grande échelle
		Daconil 2787	2,5 L	
		Senator 70 WP	650–850 g	

TABLEAU 10–2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Gloxinia (suite)	Pourriture des tiges et des racines *Pythium/Phytophthora*	Subdue Maxx	5 mL/m^3	Incorporer au substrat (au semis et au repiquage)
		Rootshield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m^3	Au stade du mélange du substrat
Gypsophile	Mineuse	Avid 1,9 % EC	600 mL	
		Citation 75 WP	188 g	Peut être pulvérisé à bas volume à raison de 188 g/ha
	Tétranyque à deux points	Avid 1,9 % EC	300 mL	
		Dyno-Mite 75 W	142–284 g (5–10 sachets APV)	
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		Savon insecticide	20 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m^3	
	Thrips	Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg 1,25 kg	Pulvérisation foliaire Pulvérisation à la surface du sol
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Nicotine Fumigène	1/300 m^3	
Hydrangée (hortensia)	Mouches des rivages (éphydridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac 600 L	2–8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 W	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
	Pucerons	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Endeavor 50 WG	100–200 g	
		Enstar II	250–750 mL	
		Savon insecticide	20 L	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP 20 % EC	6 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Nicotine Fumigène	1/300 m^3	

TABLEAU 10–2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Hydrangée (hortensia) (suite)	Tétranyque à deux points	Avid 1,9 % EC	300 mL	
		Dyno-Mite 75 W	142–284 g (5–10 sachets APV)	
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		Savon insecticide	20 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
	Botrytis	Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Rovral 50 % WP	1,0 kg	
		Senator 70 WP	650–850 g	
	Rouille	Daconil 2787	2,5 L	Seulement sur les feuilles
	Taches foliaires	Daconil 2787	2,5 L	Seulement sur les feuilles
		Senator 70 WP	650–850 g	
Lis de Pâques	Mouches des rivages (éphydridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac 600 L	2–8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 W	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
	Pucerons	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Endeavor 50 WG	100–200 g	
		Enstar II	250–750 mL	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Savon insecticide	20 L	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP 20 % EC	6 L	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Nicotine Fumigène	1/300 m^3	
	Tétranyque à deux points	Dyno-Mite 75 W	142–284 g (5–10 sachets APV)	
		Avid 1,9 % EC	300 mL	
		Savon insecticide	20 L	
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	

TABLEAU 10–2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Lis de Pâques (suite)	Thrips	Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg 1,25 kg	Pulvérisation foliaire Pulvérisation à la surface du sol
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Decis 5,0 EC	0,35–0,5 L	
		Nicotine Fumigène	1/300 m^3	
	Botrytis	Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Rovral 50 % WP	1,0 kg	
		Daconil 2787	2,5 L	
		Senator 70 WP	650–850 g	
	Pourriture des racines *Pythium*	Truban 30 % WP	500–750 g 55–110 g/m^3	Arrosage abondant Incorporer à sec dans le terreau
		Subdue Maxx	5 mL/m^3	Incorporer au substrat (au semis et au repiquage)
		Rootshield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m^3	Au stade du mélange du substrat
Muflier	Aleurodes	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Dyno-Mite 75 W	284–425 g (10–15 sachets APV)	
		Enstar II	250–750 mL	
		Savon insecticide	20 L	
		Endeavor 50 WG	200 g	Limite l'infestation seulement
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP 20 % EC	6 L	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m^3	
	Mouches des rivages (éphydridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac 600 L	2–8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 W	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol

TABLEAU 10–2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Muflier (suite)	Pucerons	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Endeavor 50 WG	100–200 g	
		Pirliss 50 DF	500 g	
		Enstar II	250–750 mL	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Savon insecticide	20 L	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Nicotine Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP 20 % EC	6 L	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m^3	
	Tarsonème du fraisier	Kelthane 50 W	525–700 g	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
	Tétranyque à deux points	Avid 1,9 % EC	300 mL	
		Dyno-Mite 75 W	142–284 g (5–10 sachets APV)	
		Savon insecticide	20 L	
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m^3	
	Thrips	Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg 1,25 kg	Pulvérisation foliaire Pulvérisation à la surface du sol
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		Nicotine Fumigène	1/300 m^3	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
	Botrytis	Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Rovral 50 % WP	1,0 kg	
		Senator 70 WP	650–850 g	
	Pourriture des tiges *Pythium*	Truban 30 % WP	500–750 g 55–110 g/m^3	Arrosage abondant Incorporer au stade du mélange du substrat, à sec
		Subdue Maxx	5 mL/m^3	Incorporer au substrat (au semis et au repiquage)
		Rootshield Drench	600–900 g	

TABLEAU 10–2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Muflier (suite)	*Pythium* (suite)	RootShield Granules	600 g/m^3	Au stade du mélange du substrat
	Rhizoctonia	Quintozene 75 % WP	1,25 kg	Arrosage abondant
		Senator 70 WP	650–850 g	Arrosage abondant
Œillet	Mouches des rivages (éphydridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac	2–8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 W	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
	Pucerons	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Endeavor 50 WG	100–200 g	
		Enstar II	250–750 mL	
		Pirliss 50 DF	500 g	
		Savon insecticide	20 L	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Nicotine Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP 20 % EC	6 L	
		Malathion 50 % EC	2,0 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m^3	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
	Tétranyque à deux points	Avid 1,9 % EC	300 mL	
		Dyno-Mite 75 W	142–284 g (5–10 sachets APV)	
		Savon insecticide	20 L	
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		Malathion 50 % EC	2,0 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m^3	
	Thrips	Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg 1,25 kg	Pulvérisation foliaire Pulvérisation à la surface du sol
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		Malathion 50 % EC	2,0 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Nicotine Fumigène	1/300 m^3	

TABLEAU 10–2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Œillet (suite)	*Botrytis*	Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Daconil 2787	2,5 L	
		Rovral 50 WP	1,0 kg	Faire un essai limité avant de traiter à grande échelle
		Senator 70 WP	650–850 g	
	Pourriture de la tige *Rhizoctonia*	Quintozene 75 WP	1,25 kg	Arrosage abondant
		Senator 70 WP	650–850 g	Arrosage abondant
		Supra Captan 80 WDG	3–6 kg	Trempage des boutures
		Maestro 75 DF	3,25–6,5 kg	Trempage des boutures
		Rootshield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m^3	Au stade du mélange du substrat
	Tache foliaire *Alternaria*	Supra Captan 80 WDG	1,25 kg	
		Maestro 75 DF	1,3–1,6 kg	
		Daconil 2787	2,5 L	
		Senator	650–850 g	
Plantes à bulbe	Mouches des rivages (éphydridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac	2–8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 W	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
	Puceron du bulbe de la tulipe	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Endeavor 50 WG	100–200 g	
		Enstar II	250–750 mL	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP 20 % EC	6 L	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		Savon insecticide	20 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Nicotine Fumigène	1/300 m^3	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m^3	

TABLEAU 10–2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Plantes à bulbe (suite)	*Botrytis*	Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Supra Captan 80 WDG	1,5 kg	
		Maestro 75 DF	1,5 kg	
		Daconil 2787	2,5 L	
		Rovral 50 % WP	1,0 kg	Faire un essai limité avant de traiter à grande échelle
		Senator 70 WP	650–850 g	
	Pourriture du bulbe	Quintozene 75 WP	1 kg/10 L	Trempage des bulbes
		Maestro 75 DF	4–10 kg	Trempage des bulbes
		Supra Captan 80 WDG	3,75–9,5 kg	Trempage des bulbes
		Rootshield Drench	120 g/L	Trempage des bulbes
Plantes à massif	Aleurodes	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Enstar II	250–750mL	
		Pounce 384 EC	260 mL	
		Dyno-Mite 75 W	284–485 g (10–15 sachets APV)	
		Savon insecticide	20 L	
		Endeavor 50 WG	200 g	Limite l'infestation seulement
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP 20 % EC	6 L	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
	Mouches des rivages (éphydridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac 600 L	2–8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 W	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
	Pucerons	Pirliss 50 DF	500 g	
		Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Endeavor 50 WG	100–200 g	
		Nicotine Fumigène	1/300 m^3	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	

TABLEAU 10–2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Plantes à massif (suite)	Pucerons (suite)	Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP 20 % EC	6 L	
		Enstar II	250–750 mL	
		Savon insecticide	20 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	En raison de la diversité des espèces, faire d'abord un essai limité
	Tétranyque à deux points	Avid 1,9 % EC	300 mL	
		Dyno-Mite 75 W	142–284 g (5–10 sachets APV)	
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		Savon insecticide	20 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
	Thrips	Pyrate 480 EC	500 mL	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg 1,25 kg	Pulvérisation foliaire Pulvérisation à la surface du sol
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Nicotine Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
	Botrytis	Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Rovral 50 % WP	1 kg	
		Senator 70 WP	650–850 g	
		Daconil 2787	2,5 L	Vérifier la liste des espèces sur l'étiquette
	Fonte des semis *Pythium/Phytophthora*	Truban 30 % WP	90–135 g 55–110 g/m^3	Arrosage abondant Au stade du mélange du substrat
		Truban 25 EC	240–300 mL	
		Subdue Maxx	5 mL/m^3	Incorporer au substrat (au semis et au repiquage)
		Aliette WDG	2,8 kg 950 g	Pulvérisation foliaire Arrosage abondant
		Rootshield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m^3	Au stade du mélange du substrat
	Rhizoctonia	No-Damp	10 L	
		Senator 70 WP	650–850 g	Arrosage abondant
		Maestro 75 DF	1,5 kg	
		Supra Captan 80 WDG	1,5 kg	
		Rootshield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m^3	Au stade du mélange du substrat

TABLEAU 10–2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Plantes vertes	**Nota : En raison de la diversité des plantes vertes et du manque de données sur les réactions phytotoxiques des différentes variétés, n'utiliser les produits recommandés ci-dessous qu'après avoir fait un essai.**			
	Aleurodes	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Dyno-Mite 75 W	284–425 g (10–15 sachets APV)	
		Enstar II	250–750 g	
		Endeavor 50 WG	200 g	Limite l'infestation seulement
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Savon insecticide	20 L	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		Pyrate 480 EC	500 mL	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP 20 % EC	6 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Pounce 384 EC	260 mL	
	Cochenilles	Trumpet 80 W	750 g	
		Pyrate 480 EC	2 L	
		Savon insecticide	20 L	
	Cochenilles farineuses	Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Pyrate 480 EC	200 mL	
		Savon insecticide	20 L	
	Mouches des rivages (éphydridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac 600 L	2–8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 W	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
	Pucerons	Pirliss 50 DF	500 g	
		Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Endeavor 50 WG	100–200 g	
		Enstar II	250–750 g	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Savon insecticide	20 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	

TABLEAU 10–2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Plantes vertes (suite)	Pucerons (suite)	Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP 20 % EC	6 L	
		Nicotine Fumigène	1/300 m^3	
	Tarsonème du fraisier	Kelthane 50 W	525–700 g	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
	Tétranyque à deux points	Avid 1,9 % EC	300 mL	Ne pas utiliser sur les fougères
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		Dyno-Mite 75 W	142–284 g (5–10 sachets APV)	
		Savon insecticide	20 L	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
	Botrytis	Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Rovral 50 % WP	1,0 kg	
		Senator 70 WP	650–850 g	
	Pourriture des racines (boutures) *Phytophthora*	Truban 30 % WP	500–750 g 55–110 g/m^3	Arrosage abondant Incorporer au stade du mélange du substrat, à sec
		Truban 25 EC	300–630 mL	
		Subdue Maxx	5 mL/m^3	Incorporer au substrat (au semis et au repiquage)
		Aliette	2,8 kg	Pulvérisation foliaire
		Rootshield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m^3	Au stade du mélange du substrat
	Rhizoctonia	Supra Captan 80 WDG	1,5 kg	Traitement du sol
		Maestro 75 DF	1,5 kg	Traitement du sol
		Senator 70 WP	650–850 g	Arrosage abondant
		Rootshield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m^3	Au stade du mélange du substrat
	Taches et brûlures foliaires	Daconil 2787	2,5 L	
		Senator 70 WP	650–850 g	
Poinsettia	Aleurodes	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Dyno-Mite 75 W	284–425 g (10–15 sachets APV)	Éviter de traiter après la coloration des bractées sous peine de dégâts
		Enstar II	250–750 mL	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	

TABLEAU 10–2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Poinsettia (suite)	Aleurodes (suite)	Endeavor	200 g	Limite l'infestation seulement
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP 20 % EC	6 L	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		Savon insecticide	20 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Pounce 384	260 mL	
	Cochenilles des Hespérides	Trumpet 80 W	750 g	
		Savon insecticide	20 L	
	Cochenilles farineuses	Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		Savon insecticide	20 L	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
	Mouches des rivages (éphydridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Vectobac 600 L	2–8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 W	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
	Tétranyque à deux points	Avid 1,9 % EC	300 mL	
		Dyno-Mite 75 W	142–284 g (5–10 sachets APV)	Éviter de traiter après la coloration des bractées sous peine de dégâts
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		Savon insecticide	20 L	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
	Blanc	Nova 40 W	280 g	
		Phyton-27	1,25 L	
	Botrytis	Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Rovral 50 % WP	1,0 kg	
		Senator 70 WP	650–850 g	
		Phyton-27	1,5 L	
	Erwinia	Phyton-27	1,25–2,5 L	Trempage des boutures
	Fonte des semis/ pourriture des tiges *Pythium*	Subdue Maxx	5 mL/m^3	Incorporer au substrat (au semis et au repiquage)
		Truban 30 WP	500–750 g 55–110 g/m^3	Arrosage abondant Incorporer à sec dans le terreau
		Rootshield Drench	600–900 g	

TABLEAU 10–2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Poinsettia (suite)	*Pythium* (suite)	RootShield Granules	600 g/m^3	Au stade du mélange du substrat
	Rhizoctonia	Supra Captan 80 WDG	1,5 kg	Traitement du sol
		Maestro 75 DF	1,5 kg	Traitement du sol
		Senator 70 WP	650–850 g	Arrosage abondant
		Quintozene 75 % WP	1,25 kg	Arrosage abondant
		Rootshield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m^3	Au stade du mélange du substrat
	Pourriture des racines et des tiges *Pythium/Phytophthora*	Subdue Maxx	5 mL/m^3	Incorporer au substrat (au semis et au repiquage)
		Truban 30 WP	500–750 g 55–110 g/m^3	Arrosage abondant Incorporer à sec dans le terreau
		Rootshield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m^3	Au stade du mélange du substrat
		Folpan 50 WP	2,0–2,25 kg	
	Rhizoctonia	Quintozene 75 % WP	1,25 kg	Arrosage abondant
		Supra Captan 80 WDG	1,5 kg	Traitement du sol
		Maestro 75 DF	1,5 kg	Traitement du sol
		Senator 70 WP	650–850 g	
		Rootshield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m^3	Au stade du mélange du substrat
Rose	Aleurodes	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	Les substrats à base de fibre de coco risquent de fixer Intercept, empêchant les plantes de l'assimiler
		Dyno-Mite 75 W	284–425 g (10–15 sachets APV)	
		Savon insecticide	20 L	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Enstar II	250–750 mL	
		Endeavor 50 WG	200 g	Limite l'infestation seulement
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		Orthene 75 % SP	850 g	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP 20 % EC	6 L	
		Malathion 50 EC	2,0 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Pounce 384 EC	260 mL	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m^3	
	Cécidomyies	Orthene 75 % SP	850 g	
		Nicotine Fumigène	1/300 m^3	

TABLEAU 10–2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Rose (suite)	Cochenilles	Trumpet 80 W	750 g	
		Savon insecticide	20 L	
	Mouches des rivages (éphydridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac 600 L	2–8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 W	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
	Pucerons	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Endeavor 50 WG	100–200 g	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Pirliss 50 DF	500 g	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP 20 % EC	6 L	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
		Enstar II	250–750 mL	
		Nicotine Fumigène	1/300 m^3	
		Orthene 75 % SP	850 g	
		Savon insecticide	20 L	
		Malathion 50 EC	2,0 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m^3	
	Tétranyque à deux points	Avid 1,9 % EC	300 mL	
		Dyno-Mite 75 W	142–284 g (5–10 sachets APV)	
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		Savon insecticide	20 L	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		Malathion 50 EC	2,0 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m^3	
	Thrips	Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	Pulvérisation foliaire
			1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
		Orthene 75 SP	850 g	
		Malathion 50 EC	2,0 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		Nicotine Fumigène	1/300 m^3	

TABLEAU 10–2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Rose (suite)	Tordeuses	Dipel DF	625 g	
		Dipel WP	1,25 kg	
		Thuricide HPC	5 L	
		BioProtec CAF	1,8 L	
		Confirm 240 F	1 L	
		Orthene 75 % SP	850 g	
		Dibrom Insecticide	10 mL/100 m^3	
	Blanc	Nova 40 W	340 g	
		Meltatox 40 % EC	2,5 L	
		Phyton-27	1,25–2,5 L	
	Botrytis	Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Rovral 50 WP	1,0 kg	
		Daconil 2787	2,5 L	
		Senator 70 WP	650–850 g	
		Phyton-27	1,25–2,5 L 0,8–1,0 mL/L	Pulvérisation foliaire Tremper le bouton dans la solution pendant 4 secondes dès la cueillette
		Botran 75 W	925 g	
	Tache noire	Daconil 2787	2,5 L	
		Supra Captan 80 WDG	1,25–1,5 kg	
		Maestro 75 DF	1,3–1,6 kg	
		Senator 70 WP	650–850 g	
Violette africaine (*Saintpaulia*)	Cochenilles farineuses	DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		Trumpet 80 WP	0,75–1,0 kg	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		Savon insecticide	20 L	
	Mouches des rivages (éphydridés)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
	Mouches des terreaux (mycétophiles et sciarides)	Citation 75 WP	133 g	Arrosage abondant
		Dimilin 25 WP	18–150 g	Arrosage abondant ou pulvérisation à la surface du sol
		Vectobac 600 L	2–8 L	Arrosage abondant
		Trumpet 80 WP	1,25 kg	Pulvérisation à la surface du sol
	Pucerons	Intercept 60 WP	Bien lire l'étiquette	
		Endeavor 50 WG	100–200 g	
		Enstar II	250–750 mL	
		Trumpet 80 W	0,75–1,0 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	

TABLEAU 10–2. Pesticides recommandés — par ordre alphabétique des cultures (suite)

Nom de la plante	Problème	Pesticide recommandé (nom commercial)	Quantité/1 000 L (sauf mention contraire)	Remarques
Violette africaine *((suite)*	Pucerons (suite)	Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
		DDVP 20 % EC	6 L	
		Savon insecticide	20 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
	Tarsonème du fraisier	Kelthane 50 W	525–700 g	
		Thiodan 50 WP	1,0–1,5 kg	
		Thiodan 4 EC	1,25–1,75 L	
		Endosulfan 50 W	1,0 kg	
		Thionex EC	1,25–1,75 L	
	Tétranyque à deux points	Avid 1,9 % EC	300 mL	
		Dyno-Mite 75 W	142–284 g (5–10 sachets APV)	
		Kelthane 50 W	525–700 g	
		Savon insecticide	20 L	
		Malathion 25 W	2,5–5,0 kg	
		DDVP Fumigène	1/300 m^3	
	Botrytis	Decree 50 WDG	1,12 kg	Pulvérisation à bas volume ou à haut volume à raison de 1,12 kg/ha
		Rovral 50 % WP	1,0 kg	
		Senator 70 WP	650–850 g	
	Pourriture de la tige *Rhizoctonia*	Quintozene	1,25 kg	Arrosage abondant
		Senator 70 WP	650–850 g	Arrosage abondant
		Rootshield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m^3	Au stade du mélange du substrat
	Pourriture du collet *Pythium/Phytophthora*	Subdue Maxx	5 mL/m^3	Incorporer au substrat (au semis et au repiquage)
		Truban 25 EC	300–630 mL	
		Rootshield Drench	600–900 g	
		RootShield Granules	600 g/m^3	Au stade du mélange du substrat

11. Phytoprotection des espèces herbacées d'ornement cultivées à l'extérieur

Lutte intégrée (LI) dans les cultures extérieures de plantes d'ornement (fleurs coupées de pleine terre, plantes vivaces et plantes en pot)

La LI dans les cultures extérieures de fleurs et de plantes d'ornement fait appel aux mêmes principes que la LI dans les cultures en serre. Elle comporte toutefois des différences.

- Le dépistage demeure la pierre angulaire de tout programme de LI, mais, à l'extérieur, le recours aux plaquettes collantes jaunes perd de son efficacité, pour surveiller les populations d'insectes, à cause de la poussière et des débris soulevés par le vent qui viennent s'y accumuler. L'inspection régulière des cultures devient donc indispensable pour détecter précocement tout début de problème. Comme chez les espèces cultivées en serre, la sensibilité aux maladies et aux insectes varie amplement selon les espèces et les cultivars. Une fois ces différences connues, on peut faire des inspections beaucoup plus efficaces en ciblant les cultures chez lesquelles le risque d'attaque par des ravageurs ou des maladies est le plus élevé.

- En production de plein air, on est impuissant devant les conditions météorologiques. Or, le risque de voir apparaître des foyers de maladies croît lorsqu'un temps humide et frais persiste. Des infestations d'insectes nuisibles peuvent se déclarer soudainement, de façon imprévue, si des vents forts apportent dans la culture des insectes venus d'ailleurs. Cela étant dit, jamais les ravageurs ne trouveront en plein air des conditions aussi parfaites pour leur développement que dans une serre. La variabilité des conditions météorologiques, par exemple la pluie et des nuits fraîches ou froides, peut ralentir leur développement, ce qui n'arrive pas dans une serre.

- Les options offertes par la lutte biologique dans l'espace clos d'une serre ne sont pas toujours applicables aux cultures extérieures. Par exemple, dehors, rien n'oblige les insectes volants tels que les guêpes parasites à limiter leur activité à la culture dans laquelle ils sont lâchés. Il est possible que les acariens prédateurs (qui ne volent pas) soient d'une certaine utilité, mais jusqu'ici peu d'expériences ont été menées à leur sujet.

- L'emploi de pesticides en plein air suppose également des raisonnements différents. Les produits homologués pour usage sur les plantes d'ornement en serre ne sont pas forcément homologués sur ces mêmes espèces quand elles sont cultivées dehors (voir le tableau 11–1, *Insecticides/acaricides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada*, le tableau 11–2, *Fongicides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada*, et le tableau 11–3, *Autres pesticides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada*). Il faut se préoccuper de la dérive possible des embruns de pesticides vers des zones non ciblées, tenir compte de la proximité des cours d'eau et étangs, et éviter d'intoxiquer des organismes non ciblés comme les abeilles mellifères.

- L'autre différence de taille par rapport à la culture en serre réside dans l'obligation de lutter contre les mauvaises herbes.

TABLEAU 11–1. Insecticides/acaricides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada

Insecticides	Ravageurs	Cultures
Conserve 120 SC, Conserve 480 SC (spinosad)	Thrips et autres insectes nuisibles (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement d'extérieur
Cygon 480, Lagon 480 (diméthoate)	Divers insectes nuisibles (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement d'extérieur (voir l'étiquette)
Diazinon 500 E, Diazol 50 W, Diazol 50 EC, Diazinon 50 W, Diazinon 500 EC (diazinon)	Divers insectes nuisibles (voir l'étiquette)	Diverses plantes d'ornement (voir l'étiquette)
Dibrom (naled)	Pucerons, cicadelles, tétranyques, autres parasites mentionnés sur l'étiquette	Plantes d'ornement d'extérieur (voir l'étiquette)
Dipel (*Bacillus thuringiensis kurstaki*)	Chenilles	Plantes d'ornement ligneuses
Pyrate 480 EC (chlorpyrifos)	Divers insectes nuisibles (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement d'extérieur
Imidan 50 WP (phosmet)	Arpenteuse de l'orme, spongieuse, scarabée japonais	Plantes herbacées d'extérieur (voir l'étiquette)
Kelthane 50 W (dicofol)	Acariens	Plantes d'ornement d'extérieur
Malathion 50 EC, Malathion 25W, Malathion 50 E (malathion)	Divers insectes et acariens nuisibles (voir l'étiquette)	Fleurs et plantes d'ornement d'extérieur
Orthene (acéphate)	Pucerons, chenilles, punaises réticulées, cicadelles, psylles, cécidomyies du rosier, thrips, aleurodes, cochenilles farineuses, tétranyques, cochenilles	Fleurs et plantes d'ornement d'extérieur, arbustes, arbres, rosiers
Pirliss 50 DF (pyrimicarbe)	Pucerons	Plantes d'ornement d'extérieur (voir l'étiquette)
Savon insecticide	Divers insectes et acariens nuisibles (voir l'étiquette)	Fleurs et plantes d'ornement d'extérieur (voir l'étiquette)
Sevin (carbaryl)	Divers insectes nuisibles (voir l'étiquette)	Diverses plantes d'ornement d'extérieur (voir l'étiquette)
Thiodan 50 WP, Thiodan 4 EC, Endosulfan 50 W, Endosulfan 400 E, Thionex EC (endosulfan)	Divers insectes et acariens nuisibles (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement d'extérieur

TABLEAU 11–2. Fongicides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada

Fongicides	Maladies	Cultures
Botran 75 W (dichloran)	*Botrytis*	Rosiers, hydrangées (d'extérieur)
Daconil 2787 (chlorthalonil)	Diverses maladies (voir l'étiquette)	Diverses cultures d'ornement (voir l'étiquette)
Decree 50 WDG (fenhexamide)	*Botrytis*	Plantes d'ornement d'extérieur
Dithane DG (mancozèbe)	Diverses maladies foliaires (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement ligneuses (voir l'étiquette)
Nova 40 W (myclobutanil)	Rouilles, blancs, taches foliaires (voir l'étiquette)	Diverses plantes d'ornement d'extérieur (voir l'étiquette)
Folpan 50 WP (folpet)	Diverses maladies foliaires et pourritures des racines et des tiges (voir l'étiquette)	Diverses plantes d'ornement d'extérieur (voir l'étiquette)
Funginex 190 EC (triforine)	Tache noire du rosier, blanc	Plantes d'ornement d'extérieur
Maestro 75 DF, Captan 80 W, Captan 50 W (captane)	Maladies foliaires, fonte des semis, pourriture des bulbes (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement d'extérieur (voir l'étiquette)
Rovral (iprodione)	*Botrytis, Rhizoctonia*	Plantes d'ornement d'extérieur (voir l'étiquette)
Senator 70 WP (thiophanate-méthyl)	Tache noire du rosier, blanc	Plantes d'ornement d'extérieur
Subdue Maxx (métalaxyl)	*Pythium, Phytophthora*	Plantes d'ornement d'extérieur
Zineb 80 W (zinèbe)	Tache septorienne du chrysanthème, rouille du muflier	Chrysanthème, muflier

TABLEAU 11–3. Autres pesticides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada

Autres pesticides	Ravageurs	Cultures
Deadline M-Ps (métaldéhyde)	Limaces	Plantes d'ornement
SlugEm (métaldéhyde)	Limaces	Plants de pépinière
Sluggo (phosphate ferrique)	Limaces	Plantes d'ornement d'extérieur, plants de pépinière

Lutte intégrée contre les mauvaises herbes dans les cultures florales de pleine terre

Le succès d'un programme de lutte contre les mauvaises herbes passe par l'intégration des pratiques culturales et chimiques de lutte. Il est impossible de compter uniquement sur le désherbage chimique quand on cultive des fleurs en champ, à cause de la gamme restreinte des herbicides qui ont été homologués pour ce type de cultures.

On peut mettre en œuvre plusieurs moyens pour se prémunir contre les mauvaises herbes :

1. Choisir un terrain aussi propre que possible au départ :

   - Choisir des champs qui ont le moins possible d'adventices difficiles à combattre comme les espèces vivaces et certaines annuelles comme l'amarante, l'herbe à poux et le chénopode.

   - Pratiquer une rotation avec des cultures « nettoyantes » qui réduisent les populations d'adventices. Par exemple, un blé d'automne semé l'année précédant la culture des fleurs rompt le cycle biologique des mauvaises herbes annuelles et permet d'employer des phytohormones pour tuer les dicotylédones (mauvaises herbes à feuilles larges).

   - Cultiver des espèces, comme le maïs, sur lesquelles de nombreux herbicides différents peuvent être utilisés, pour réduire le degré d'infestation avant de cultiver les fleurs. Éviter les herbicides persistants qui peuvent compromettre le développement des futures cultures florales.

2. Préparer le terrain :

   - *Identifier les mauvaises herbes.* Repérer les adventices qui posent souvent problème dans les cultures florales d'extérieur : les espèces vivaces comme le chiendent, le liseron, la vesce, la vigne sauvage, la morelle vivace, le chardon, le lierre terrestre, l'épilobe et la bardane; les espèces bisannuelles comme le pissenlit, la carotte sauvage et l'armoise. Les mauvaises herbes annuelles d'hiver comme les laiterons, les vergerettes, les moutardes, les lépidies, la bourse-à-pasteur et la sagesse-des-chirurgiens peuvent également causer des difficultés parce qu'elles s'établissent en l'automne.

   - *Éradiquer les mauvaises herbes vivaces et bisannuelles.* Il est important d'identifier ces adventices tenaces et de les éliminer durant l'année qui précède la culture des fleurs, parce qu'elles sont très difficiles à combattre une fois le champ en culture. D'une part, les cultures florales sont sensibles à de nombreux herbicides; d'autre part, le sarclage intégral peut être difficile à exécuter. Appliquer des herbicides systémiques comme le glyphosate (p. ex. Roundup) contre les mauvaises herbes bisannuelles durant l'année précédente. Utiliser la dose d'herbicide recommandée pour tuer chaque espèce et l'épandre quand celle-ci est au stade de croissance où elle est le plus sensible. Des sarclages successifs sont également efficaces contre certaines adventices vivaces comme le liseron; par contre, il faut éviter que les sarcleuses entraînent les mauvaises herbes vers des zones propres du champ. Pour épandre du glyphosate, utiliser un pulvérisateur réservé à cet usage pour réduire le risque d'endommager les cultures.

   - *Semer un engrais vert.* La culture d'une plante couvre-sol, comme les céréales, le ray-grass vivace, le millet à chandelle et les hybrides sorgho-soudan, l'année précédant la culture des fleurs, a pour avantage d'étouffer les mauvaises herbes et d'améliorer la structure du sol. Pour désherber une culture d'engrais vert, l'épandage des herbicides doit être fait à des moments clés : avant le semis (herbicides non sélectifs, p. ex. glyphosate ou Gramoxone); peu après l'établissement; avant l'enfouissement (herbicides peu persistants, p. ex. le 2,4-D, le bromoxynil, le dicamba). Éviter d'utiliser

des herbicides qui laissent dans le sol des résidus qui agiront encore la saison de végétation suivante.

3. Éviter les mauvaises herbes durant les années de culture :

   - *Pratiquer la technique du lit de semence rassis.* Cette technique est utile pour les cultures semées ou plantées tard au printemps. Sarcler le champ le plus tôt possible (avril ou début mai) pour stimuler la germination des mauvaises herbes. Juste avant le semis ou la plantation, tuer les mauvaises herbes levées avec un herbicide (p. ex. glyphosate, Gramoxone), le flambage ou la vapeur. Semer ou planter directement sans travailler le sol pour éviter de ramener à la surface de nouvelles graines de mauvaises herbes. Dans une culture semée, on peut faire au besoin un deuxième traitement herbicide (en prenant toutes les précautions nécessaires) juste avant qu'elle ne lève.

   - *Entretenir le sol entre les rangs de culture.* Les intervalles entre les rangs de culture peuvent être désherbés par des sarclages, mais cela appauvrit le sol en matière organique. Au lieu de sarcler, on peut semer du gazon dans les interlignes pour empêcher les mauvaises herbes de s'y installer. Choisir un mélange de graminées peu exigeantes et tolérant la sécheresse, comme la fétuque rouge traçante ou le ray-grass vivace. Des tontes régulières effectuées à temps peuvent empêcher les graminées de disséminer leurs graines dans la culture.

   - *Lutter contre les graines de mauvaises herbes.* Détruire les mauvaises herbes dans les bordures de champ et dans les zones voisines avant qu'elles ne montent en graines. Éliminer autant que possible les échappées de traitements qui poussent dans les cultures, par sarclage ou par brûlage chimique, avant qu'elles ne fleurissent. Des tontes régulières empêcheront les mauvaises herbes de fleurir.

4. Utiliser plusieurs outils de désherbage :

   - *Sarclage.* En règle générale, le sarclage le plus efficace est celui qui est pratiqué quand les mauvaises herbes sont jeunes et que le sol se ressuie. Selon les mauvaises herbes à détruire, différents outils de sarclage sont efficaces à des moments différents. Les houes rotatives, les cultivateurs à dents rigides, les cages roulantes, les pulvériseurs rotatifs, les herses-étrilles et les cultivateurs à organes réglables passant entre les plants peuvent être efficaces dans les cultures florales. On peut obtenir un désherbage rapide et efficace en faisant de fréquents binages à la main quand les mauvaises herbes sont très jeunes.

   - *Buttage.* Le buttage régulier de certaines cultures en ligne comme le glaïeul est doublement utile parce qu'il soutient la base des plantes et détruit les mauvaises herbes.

   - *Fauchage.* Les petites tondeuses se manient facilement autour de nombreuses plantes pour raser la végétation indésirable. Le fauchage peut être très efficace pour prévenir la floraison et la fructification des mauvaises herbes. Par contre, il n'élimine pas la concurrence que leurs racines exercent à l'égard de l'eau. Une houe ou « fouet » à lame à deux tranchants ou un coupe-bordure à fil peut être très utile pour exécuter un fauchage sélectif.

   - *Brûlage à flamme directe.* Les brûleurs au propane qui produisent une flamme intense peuvent tuer très efficacement les mauvaises herbes. Étant donné que la vitesse d'avancement de ces appareils doit être de 5–10 km/heure pour éviter d'endommager la culture, il est nécessaire de planter la culture en lignes droites et d'aménager de larges zones pour les virages. Il existe aussi des brûleurs manuels.

   - *Paillis.* Une couche épaisse de paillis peut empêcher la germination des mauvaises herbes et aide à conserver l'humidité du sol. Étaler sur le sol un paillis exempt de mauvaises herbes après la mise en culture, mais avant la levée des mauvaises herbes. Pour cultiver des plantes florales de courte durée, poser sur le sol un film plastique et utiliser une planteuse qui installe les semences ou les plants à travers le plastique. Le plastique de couleur sombre est le plus efficace contre les mauvaises herbes, mais les autres couleurs peuvent être utiles pour d'autres usages. L'utilisation de plastique biodégradable dispense de la corvée du ramassage après la récolte. Le paillis de paille est également bon, mais à cause de la décomposition de ce matériau, il faut veiller à fournir assez d'azote aux plantes. Ne pas étendre ce paillis trop près du pied des plants pour décourager l'activité des rongeurs pendant l'hiver. Les bâches à plat de pépinière peuvent être particulière-

ment utiles contre les mauvaises herbes quand on cultive des plants en pot à l'extérieur, parce que ce matériau est résistant, permet le drainage et n'est pas aussi glissant que le plastique. Les bâches à plat gardent le terrain exempt de mauvaises herbes, elles sont durables et faciles à tenir propres. Comme les mauvaises herbes s'installent au bord de tous les paillis, un désherbage régulier sera nécessaire à ces endroits.

– *Herbicides.* Comme son nom l'indique, le tableau 11–4, *Herbicides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada*, énumère les herbicides qui ont été homologués au Canada pour les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur. Choisir un herbicide homologué qui est considéré sans risque pour une culture donnée et l'épandre comme le spécifie le mode d'emploi sur l'étiquette. Utiliser un pulvérisateur qui ne sert qu'à l'épandage des herbicides et le nettoyer soigneusement après chaque utilisation avec un nettoyant de cuve spécialement conçu comme Agral 90. Les pulvérisateurs équipés de caches ou d'écrans protecteurs peuvent empêcher les herbicides d'atteindre les plantes cultivées; d'autres techniques visant à réduire la dérive des gouttelettes, comme les buses à admission d'air, peuvent aussi être utiles. Il existe aussi des appareils de type applicateur (manuels ou montés sur le tracteur ou un véhicule tout terrain) qui déposent directement l'herbicide concentré sur les adventices à éliminer. Ces appareils peuvent être très efficaces quand il s'agit de traiter des zones restreintes nouvellement envahies. À défaut, attendre jusqu'au stade de la floraison des adventices vivaces comme le chardon ou l'asclépiade. Avant de traiter les adventices, faire attention de ne pas laisser goutter l'herbicide sur les plantes cultivées.

Remarque : Il est important d'alterner les groupes chimiques des herbicides utilisés, pour réduire autant que possible l'accumulation de graines d'adventices échappant aux traitements, notamment les espèces qui tolèrent les triazines. L'alternance contribue aussi à éviter l'accumulation dans le sol de résidus chimiques susceptibles de nuire aux cultures suivantes pendant quelques années et même de rendre impossible la culture de certaines espèces.

TABLEAU 11–4. Herbicides homologués pour usage sur les plantes d'ornement cultivées à l'extérieur au Canada

Herbicides	Mauvaises herbes	Cultures	Remarques
Basamid (dazomet)	PRÉ Contre les mauvaises herbes en germination	Fleurs et plantes d'ornement d'extérieur	• Épandre sur un sol exempt de mauvaises herbes • Ne pas épandre à moins de 6 °C
Bonanza 400, Treflan EC (trifluraline)	PPI Contre les graminées et les dicotylédones annuelles (voir l'étiquette)	Plantes vivaces et plantes d'ornement ligneuses (voir l'étiquette)	• Incorporer dans la couche superficielle du sol, par deux passages perpendiculaires, dans les 24 heures qui suivent l'épandage • Repiquer les plants en plaçant les racines bien au-dessous de la zone traitée
Dacthal W 75 (chlorthal)	PRÉ Contre diverses espèces dont chénopode, digitaire, éragrostis, mollugine verticillée, panic capillaire, véronique, sétaire, stellaire moyenne (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement d'extérieur (voir l'étiquette)	• Épandre sur un sol exempt de mauvaises herbes
Devrinol 50 DF, Devrinol 2 G, Devrinol 10 G (napropamide)	PRÉ Contre les mauvaises herbes (voir l'étiquette)	Fleurs et plantes d'ornement d'extérieur (voir l'étiquette)	• Épandre sur un sol exempt de mauvaises herbes • Il faut 1 cm de pluie ou d'irrigation dans les 7 jours qui suivent l'épandage (au printemps ou en automne) ou dans les 2 jours qui suivent (en été) pour éviter que le produit soit dégradé par les rayons du soleil
Kerb 50 WSP	PRÉ Contre chiendent, graminées annuelles, stellaire moyenne (voir l'étiquette)	Iris, pivoine, plantes couvre-sol (voir l'étiquette)	• Épandre sur un sol exempt de mauvaises herbes • Agit le mieux dans un sol frais et humide
Roundup	PRÉ Agit contre un large spectre de mauvaises herbes (voir l'étiquette)	Avant la plantation ou le semis de toutes les cultures	
Simadex, Simanex 80 W (simazine)	PRÉ Contre diverses dicotylédones et graminées annuelles nuisibles	Plantes d'ornement ligneuses et plants de pépinière (voir l'étiquette)	• Épandre sur un sol exempt de mauvaises herbes • Des épandages consécutifs peuvent laisser dans le sol des résidus qui endommageront les cultures suivantes
Venture L (fluazifop)	POST Contre les graminées nuisibles (voir l'étiquette)	Plantes d'ornement d'extérieur (voir l'étiquette)	• Épandre sur les graminées en pleine croissance • Ne pas sarcler pendant 5 jours • Faire un essai sur quelques plantes pour vérifier leur tolérance

PPI — en préplantation avec incorporation; PRÉ — en prélevée; POST— en postlevée

12. Annexes

ANNEXE A. Conseillers en floriculture du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario

Wayne Brown

Spécialiste en floriculture de serre
Vineland, Département de phytotechnie
Université de Guelph
Tél. : 905 562-4141, poste 179
Téléc. : 905 562-3413
Courriel : wayne.brown@omaf.gov.on.ca

Graeme Murphy

Spécialiste en LI – Floriculture de serre
Vineland, Département de phytotechnie
Université de Guelph
Tél. : 905 562-4141, poste 106
Téléc. : 905 562-3413
Courriel : graeme.murphy@omaf.gov.on.ca

La liste complète des conseillers et spécialistes du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario se trouve sur le site Web du ministère à l'adresse www.omaf.gov.on.ca.

ANNEXE B. Bureaux de contrôle des pesticides – Ministère de l'Environnement de l'Ontario

Région/comté	Adresse	Téléphone/télécopieur
Centre Toronto, Halton, Peel, York, Durham	5775, rue Yonge, 8e étage Toronto (Ontario) M2M 4J1	Tél. : 416 326-6700 Sans frais : 1 800 810-8048 Téléc. : 416 325-6347
Centre-Ouest Haldimand-Norfolk, Niagara, Hamilton-Wentworth, Dufferin, Wellington, Waterloo, Brant	Édifice du gouvernement de l'Ontario 119, rue King Ouest, 12e étage Hamilton (Ontario) L8P 4Y7	Tél. : 905 521-7640 Sans frais : 1 800 668-4557 Téléc. : 905 521-7820
Est Frontenac, Hastings, Lennox et Addington, Prince Edward, Leeds et Grenville, Prescott et Russell, Stormont/Dundas et Glengarry, Peterborough, Victoria, Northumberland, Renfrew, Ottawa-Carleton, Lanark, District du Nipissing (Cantons d'Airy, de Murchison, de Dickens, de Lyell et de Sabine)	133, avenue Dalton Kingston (Ontario) K7L 4X6	Tél. : 613 549-4000 Sans frais : 1 800 267-0974 (dans l'Est seulement) Téléc. : 613 548-6908
Sud-Ouest Elgin, Middlesex, Oxford, Essex, Kent, Lambton, Bruce, Grey, Huron, Perth, Simcoe	659, chemin Exeter, 2e étage London (Ontario) N6E 1L3	Tél. : 519 873-5000 Sans frais : 1 800 265-7672 Téléc. : 519 873-5020
Nord-Est Manitoulin, Nipissing, Parry Sound, Sudbury, Algoma Est, Cochrane Est, Haliburton, Muskoka	199, rue Larch, bureau 1101 Sudbury (Ontario) P3E 5P9	Tél. : 705 564-3249 Téléc. : 705 564-4180
Nord-Ouest Kenora, Rainy River, Thunder Bay, Algoma Ouest, Cochrane Ouest	435, rue James S., bureau 331 Thunder Bay (Ontario) P7E 6S7	Tél. : 807 475-1712 Sans frais : 1 800 875-7772 Téléc. : 807 475-1754
Direction de l'élaboration des normes	Section des pesticides 40, av. St. Clair Ouest, 7e étage Toronto (Ontario) M4V 1M2	Tél. : 416 327-5519 Téléc. : 416 327-2936
Direction des autorisations	Autorisation des pesticides 2, av. St. Clair Ouest, étage 12A Toronto (Ontario) M4V 1L5	Tél. : 416 314-8001 Sans frais : 1 800 461-6290 Téléc. : 416 314-8452

ANNEXE C. Laboratoires de l'Ontario accrédités pour les analyses de sol et capables d'effectuer des analyses de tissus

Les laboratoires ci-après sont accrédités pour effectuer des analyses de substrats et de solutions nutritives employés dans les serres. Appeler le laboratoire pour connaître la liste des analyses dont il se charge.

Société	Adresse			Personnes-ressources :
Agri-Food Laboratories 503, chemin Imperial, pav. 1 Guelph (Ontario) N1H 6T9	Tél. : 519 837-1600 1 800 265-7175 Téléc. : 519 837-1242	Web : www.agtest.com Courriel : lab@agtest.com		Dale Cowan Nora Wilson
Stratford Agri Analysis Inc. (une entreprise Daco Laboratories Ltd.) 1131, rue Erie, C.P. 760 Stratford (Ontario) N5A 6W1	Tél. : 519 273-4411 1 800 323-9089 Téléc. : 519 273-4411	Courriel : saa@dacolabs.com		Dale Peters Keith Lemp

Il n'existe en Ontario aucun programme officiel d'accréditation visant les analyses de tissus végétaux, mais tous les laboratoires accrédités qui effectuent ce type d'analyses font l'objet d'un contrôle de leur compétence en la matière.

ANNEXE D. Autres ressources

UNIVERSITÉ DE GUELPH

Campus principal, Guelph, N1G 2W1
Tél. : 519 824-4120
Site Web : www.uoguelph.ca

Collège d'Alfred, Alfred, K0B 1A0
Tél. : 613 679-2218
Site Web : www.alfredc.uoguelph.ca

Collège de Kemptville, Kemptville, K0G 1J0
Tél. : 613 258-8336
Site Web : www.kemptvillec.uoguelph.ca

Collège de Ridgetown, Ridgetown, N0P 2C0
Tél. : 519 674-1500
Site Web : www.ridgetownc.uoguelph.ca

Département de phytotechnie
Site Web : www.plant.uoguelph.ca

Département de phytotechnie, Kettleby
1125 Woodchopper's Lane, R.R. n° 1
Kettleby, L0G 1J0
Tél. : 905 775-3783

Département de phytotechnie, Simcoe
C.P. 587, chemin Blue Line
Simcoe, N3Y 4N5
Tél. : 519 426-7127

Département de phytotechnie, Vineland
C.P. 7000, 4890, avenue Victoria Nord
Vineland Station, L0R 2E0
Tél. : 905 562-4141

Division des services de laboratoire
Site Web : www.uoguelph.ca/labserv/

Pesticides et microcontaminants
C.P. 3650, 95, chemin Stone Ouest,
Guelph, N1H 8J7
519 767-6200

Clinique de diagnostic phytosanitaire
519 767-6256

AGRICULTURE ET AGROALIMENTAIRE CANADA

Centres de recherches

Centre de recherches de l'Est sur les céréales et les oléagineux
960, avenue Carling
Ottawa, K1A 0C6
Tél. : 613 759-1952
Site Web : http://res2.agr.ca/ecorc/index_f.htm

Centre de recherches sur les cultures abritées et industrielles
Harrow N0R 1G0
Tél. : 519 738-2251
Site Web : http://res2.agr.ca/harrow/

Centre de recherches du Sud sur la phytoprotection et les aliments
Site Web : http://res2.agr.gc.ca/london/index.htm
1391, rue Sandford
London N5V 4T3
Tél. : 519 457-1470

Ferme de recherches de Vineland
4902, avenue Victoria Nord
Vineland L0R 2E0
Tél. : 905 562-4113

Ferme de recherches de Delhi
C.P. 186, chemin Schafer
Delhi N4B 2W9
Tél. : 519 582-1950

AGENCE CANADIENNE D'INSPECTION DES ALIMENTS
Site Web : www.cfia-acia.agr.ca

Bureaux régionaux (Phytoprotection)

Belleville, 345, rue College Est
Belleville, K8N 5S7
Tél. : 613 969-3333

Brantford
Édifice fédéral, angle Dalhousie et Queen,
C.P. 637
Brantford, N3T 5P9
Tél. : 519 751-8157

Hamilton
709, rue Main Ouest, bur. 101
Hamilton, L8S 1A2
Tél. : 905 572-4152

London
1200, chemin Commissioners Est, pav. 19
London, N5Z 4R3
Tél. : 519 691-1300

Niagara Falls
Adresse postale : R.R. n° 1, C.P. 7,
Niagara-on-the-Lake, L0S 1J0
Adresse civique : 14154, Niagara River Parkway, pav. 5
Niagara-on-the-Lake
Tél. : 905 262-5331

District d'Ottawa
38, promenade Auriga, pav. 8
Ottawa, K2E 8A5
Tél. : 613 274-7374

Toronto
401, promenade Champagne, pav. 1
Downsview, M3J 2C6
Tél. : 416 954-1714

Windsor
441, avenue University Ouest, bur. 208
Windsor, N9A 5P9
Tél. : 519 252-7095

ANNEXE E. Service de diagnostic

Les échantillons destinés au diagnostic de maladies, à l'identification d'insectes ou de mauvaises herbes ou au dépistage de nématodes ou du champignon *Verticillium* peuvent être expédiés à :

Clinique de diagnostic phytosanitaire
Division des services de laboratoire
Université de Guelph
95, chemin Stone Ouest
Guelph (Ontario) N1H 8J7
Tél. : 519 767-6256
Téléc. : 519 767-6240
Courriel : pdc@lsd.uoguelph.ca
Site Web : www.uoguelph.ca/pdc

Le paiement doit être joint aux échantillons envoyés au laboratoire. On peut se procurer les formulaires de demande d'analyse et les grilles de tarifs courants sur le site Web de la clinique.

Comment prélever les échantillons destinés au dépistage de nématodes

Sol

Quand prélever les échantillons
Les échantillons de sol et de racines peuvent être prélevés en tout temps, lorsque le sol n'est pas gelé. En Ontario, les niveaux de population des nématodes dans le sol sont généralement le plus élevés en mai et en juin, puis, de nouveau, en septembre et en octobre.

Comment prélever les échantillons
Prélever les échantillons à l'aide d'un tube de prélèvement, d'un transplantoir ou d'une pelle à lame étroite. Prélever les échantillons de sol à une profondeur de 20 à 25 cm (8–10 po). Si le sol est nu, enlever les deux premiers centimètres (1 po) de terre avant de prélever les échantillons. Un échantillon doit réunir au moins 10 sous-échantillons qu'on mélange et dont on ne conserve que 0,5 à 1 L (1 chopine à 1 pinte). Aucun échantillon ne doit représenter plus de 2,5 ha (6,25 acres). Les sous-échantillons devraient être mélangés dans un seau propre ou un sac de plastique.

Où prélever les échantillons
Si la zone à échantillonner contient des plantes cultivées vivantes, faire les prélèvements dans le rang au niveau de la zone des poils absorbants (pour les arbres, à la périphérie du feuillage).

Nombre de sous-échantillons
Selon la superficie totale échantillonnée :

500 m^2 (5 400 pi^2)	10 sous-échantillons
500 m^2–0,5 ha (5 400 pi^2–1,25 acre)	25 sous-échantillons
0,5 ha–2,5 ha (1,25–6,25 acres)	50 sous-échantillons

Racines

Dans le cas de petites plantes, prendre tout le système racinaire plus la terre qui y adhère. Dans le cas de grosses plantes, prélever 10 à 20 g (1/2 à 1 oz) de racines, en poids frais, dans la zone des poils absorbants.

Zones atteintes

Prélever les échantillons de sol et de racines en périphérie de la zone atteinte, là où les plants sont encore vivants. Dans la mesure du possible, prélever aussi dans le même champ des échantillons provenant de zones saines. Soumettre si possible des échantillons de racines et de sol provenant à la fois des zones atteintes et des zones saines dans le même champ.

Manipulation des échantillons

Échantillons de sol

Les placer dans des sacs de plastique dès que possible après le prélèvement.

Échantillons de racines

Les placer dans des sacs de plastique et les recouvrir de terre humide prélevée au même endroit.

Entreposage

Entreposer les échantillons à des températures de 5 à 10 °C (40 à 50 °F). Ne pas les exposer aux rayons du soleil ou à des températures extrêmement chaudes ou froides (congélation). **Seuls les nématodes vivants peuvent être comptés. La numération ne sera précise que dans la mesure où les échantillons auront été manipulés avec soin.**

Plantes présentées pour diagnostic de maladie ou identification

Formulaires de demande

Prendre soin de bien remplir chacune des sections du formulaire. Dans l'espace prévu, dessiner les symptômes les plus évidents et la forme que prend la zone atteinte dans le champ. Il est important d'indiquer les cultures qui ont occupé cette zone pendant les 3 dernières années et les pesticides qui ont été employés au cours de l'année.

Choisir un échantillon complet et représentatif montrant les premiers symptômes. Présenter un échantillon aussi complet que possible de la plante, y compris le système racinaire, ou plusieurs plants montrant une gamme de symptômes. Si les symptômes se trouvent partout, prélever l'échantillon dans une zone où les dommages sont intermédiaires.

Les matières complètement mortes sont habituellement inutiles à des fins de diagnostic.

Les spécimens de plantes présentés à des fins d'identification devraient consister en une portion d'au moins 20 à 25 cm de la partie supérieure de la tige, y compris des bourgeons latéraux, des feuilles, des fleurs ou des fruits dans un état qui permet de les identifier. Envelopper les plants dans du papier journal et les mettre dans un sac de plastique. Il faut placer le système racinaire dans un sac de plastique séparé, bien attaché, pour éviter le dessèchement et la contamination des feuilles par le sol. Ne **PAS** ajouter d'eau, de façon à ne pas encourager la décomposition durant le transport. Coussiner les spécimens et les emballer dans une boîte rigide pour éviter les dommages durant le transport. Éviter de laisser des spécimens exposés à des températures extrêmes dans un véhicule ou dans un endroit où ils pourraient se détériorer.

Envoi des échantillons

Expédier les échantillons le plus tôt possible en début de semaine, par courrier de première classe ou par messagerie à la Clinique de diagnostic phytosanitaire.

Spécimens d'insectes présentés pour identification

Prélèvement des échantillons

Placer les cadavres d'insectes et d'araignées à corps dur dans des flacons ou des boîtes en prenant soin de les envelopper dans de l'essuie-tout ou de la ouate. Dans le cas d'insectes à corps mou et de chenilles, les placer dans des flacons contenant de l'alcool. Ne pas utiliser d'eau, car elle risquerait de faire pourrir le spécimen. Pour l'expédition, il ne faut pas fixer les insectes sur du papier au moyen de ruban gommé ni les laisser libres dans une enveloppe.

Placer les insectes vivants dans un contenant renfermant suffisamment de végétaux pour les nourrir pendant le transport. Ne pas oublier d'inscrire la mention « vivant » sur le contenant.

ANNEXE F. Système métrique

Unités métriques

Unité de longueur

10 millimètres (mm)	=	1 centimètre (cm)
100 centimètres (cm)	=	1 mètre (m)
1 000 mètres	=	1 kilomètre (km)

Unités de surface

100 m x 100 m = 10 000 m^2	=	1 hectare (ha)
100 ha	=	1 kilomètre carré (km^2)

Unités de volume

Solides

1 000 millimètres cubes (mm^3)	=	1 centimètre cube (cm^3)
1 000 000 cm^3	=	1 mètre cube (m^3)

Liquides

1 000 millilitres (mL)	=	1 litre (L)
100 L	=	1 hectolitre (hL)

Équivalences poids-volume (pour l'eau)

(1,00 kg) 1 000 grammes	=	1 litre (1,00 L)
(0,50 kg) 500 g	=	500 mL (0,50 L)
(0,10 kg) 100 g	=	100 mL (0,10 L)
(0,01 kg) 10 g	=	10 mL (0,01 L)
(0,001 kg) 1 g	=	1 mL (0,001 L)

Unités de poids

1 000 milligrammes (mg)	=	1 gramme (g)
1 000 g	=	1 kilogramme (kg)
1 000 kg	=	1 tonne (t)
1 mg/kg	=	1 partie par million (ppm)

Équivalences solides-liquides

1 cm^3	=	1 mL
1 m^3	=	1000 L

Conversions métriques

5 mL	=	1 cuil. à thé
15 mL	=	1 cuil. à soupe
28,5 mL	=	1 once liquide

Conversion des taux d'application

Du métrique à l'impérial (approximations)

litres à l'hectare x 0,09	=	gallons à l'acre
litres à l'hectare x 0,36	=	pintes à l'acre
litres à l'hectare x 0,71	=	chopines à l'acre
millilitres à l'hectare x 0,015	=	onces liquides à l'acre
grammes à l'hectare x 0,015	=	onces à l'acre
kilogrammes à l'hectare x 0,89	=	livres à l'acre
tonnes à l'hectare x 0,45	=	tonnes impériales à l'acre

De l'impérial au métrique (approximations)

gallons à l'acre x 11,23	=	litres à l'hectare (L/ha)
pintes à l'acre x 2,8	=	litres à l'hectare (L/ha)
chopines à l'acre x 1,4	=	litres à l'hectare (L/ha)
onces liquides à l'acre x 70	=	millilitres à l'hectare (mL/ha)
tonnes à l'acre x 2,24	=	tonnes à l'hectare (t/ha)
livres à l'acre x 1,12	=	kilogrammes à l'hectare (kg/ha)
onces à l'acre x 70	=	grammes à l'hectare (g/ha)

Équivalences liquides (approximations)

litre/hectare		*gal/acre*
50	=	5
100	=	10
150	=	15
200	=	20
250	=	25
300	=	30

Équivalences de poids

g ou kg/ha		*oz ou lb/acre*
100 grammes	=	1 1/2 once
200 grammes	=	3 onces
300 grammes	=	4 1/4 onces
500 grammes	=	7 onces
700 grammes	=	10 onces
1,10 kilogramme	=	1 livre
1,50 kilogramme	=	1 1/4 livre
2,00 kilogrammes	=	1 3/4 livre
2,50 kilogrammes	=	2 1/4 livres
3,25 kilogrammes	=	3 livres
4,00 kilogrammes	=	3 1/2 livres
5,00 kilogrammes	=	4 1/2 livres
6,00 kilogrammes	=	5 1/4 livres
7,50 kilogrammes	=	6 3/4 livres
9,00 kilogrammes	=	8 livres
11,00 kilogrammes	=	10 livres
13,00 kilogrammes	=	11 1/2 livres
15,00 kilogrammes	=	13 1/2 livres

Table de conversion — Du métrique à l'impérial

Longueur		
1 millimètre (mm)	=	0,04 pouce
1 centimètre (cm)	=	0,40 pouce
1 mètre (m)	=	39,40 pouces
1 mètre (m)	=	3,28 pieds
1 mètre (m)	=	1,09 verge
1 kilomètre (km)	=	0,62 mille
Surface		
1 centimètre carré (cm^2)	=	0,16 pouce carré
1 mètre carré (m^2)	=	10,77 pieds carrés
1 mètre carré (m^2)	=	1,20 verge carrée
1 kilomètre carré (km^2)	=	0,39 mille carré
1 hectare (ha)	=	107 636 pieds carrés
1 hectare (ha)	=	2,5 acres
Volume (solides)		
1 centimètre cube (cm^3)	=	0,061 pouce cube
1 mètre cube (m^3)	=	1,31 verge cube
1 mètre cube (m^3)	=	35,31 pieds cubes
1 000 mètres cubes (m^3)	=	0,81 acre-pied
1 hectolitre (hL)	=	2,8 boisseaux
Volume (liquides)		
1 millilitre (mL)	=	0,035 once liquide
1 litre (L)	=	1,76 chopine
1 litre (L)	=	0,88 pinte
1 litre (L)	=	0,22 gallon (imp.)
1 litre (L)	=	0,26 gallon (U.S.)
Poids		
1 gramme (g)	=	0,035 once
1 kilogramme (kg)	=	2,21 livres
1 tonne (t)	=	1,10 tonne courte (ou tonne impériale)
1 tonne (t)	=	2,205 livres
Pression		
1 kilopascal (kPa)	=	0,15 livre/pouce carré
Vitesse		
1 mètre par seconde	=	3,28 pieds à la seconde
1 mètre par seconde	=	2,24 milles à l'heure
1 kilomètre par heure	=	0,62 mille à l'heure
Température		
°F	=	(°C X 9/5) + 32

Table de conversion — De l'impérial au métrique

Longueur		
1 pouce	=	2,54 cm
1 pied	=	0,30 m
1 verge	=	0,91 m
1 mille	=	1,61 km
Surface		
1 pied carré	=	0,09 m^2
1 verge carrée	=	0,84 m^2
1 acre	=	0,40 ha
Volume (solides)		
1 verge cube	=	0,76 m^3
1 boisseau	=	36,37 L
Volume (liquide)		
1 once liquide (imp.)	=	28,41 mL
1 chopine (imp.)	=	0,57 L
1 gallon (imp.)	=	4,55 L
1 gallon (U.S.)	=	3,79 L
Poids		
1 once	=	28,35 g
1 livre	=	453,6 g
1 tonne imp.	=	0,91 tonne (métrique)
Pression		
1 livre au pouce carré	=	6,90 kPa
Température		
°C	=	(°F – 32) x 5/9

Facteur de conversion au système métrique

litre/hectare x 0,4 = litre/acre

kilogramme/hectare x 0,4 = kilogramme/acre

Abréviations

%	=	pour cent (en poids)	EC	=	concentré émulsifiable	m^2	=	mètre carré
ia	=	ingrédient actif	F	=	pâte fluide	mL	=	millilitre
AP	=	poudre à usage agricole	g	=	gramme	mm	=	millimètre
cm	=	centimètre	Gr	=	granulé, granulaire	m/s	=	mètres à la seconde
cm^2	=	centimètre carré	ha	=	hectare	SC	=	concentré à pulvériser
DG	=	granulés dispersibles	kg	=	kilogramme	SP	=	poudre soluble
DF	=	pâte granulée	km/h	=	kilomètres à l'heure	t	=	tonne (métrique)
DP	=	poudre dispersible	kPa	=	kilopascal	W	=	poudre (mouillable)
E	=	émulsifiable	L	=	litre	WDG	=	granulés dispersibles dans l'eau
p. ex.	=	par exemple	m	=	mètre	WP	=	poudre mouillable

Mesures d'urgence et premiers soins en cas d'empoisonnement par les pesticides

Si un pesticide fait l'objet d'un déversement important, d'un vol ou d'un incendie, le signaler au ministère de l'Environnement au **1 800 268-6060.**

En cas d'empoisonnement par un pesticide ou de blessures causées par un pesticide, appeler le Centre antipoisons :

Toronto	1 800 268-9017
Ottawa (service bilingue)	1 800 267-1373
Malentendants (téléimprimeur)	1 877 750-2233

PRÉVENTION DES ACCIDENTS

- **Lire l'étiquette**. Prendre toutes les précautions recommandées sur l'étiquette. Lire les consignes de premiers soins sur l'étiquette AVANT de manipuler le pesticide.
- **Mettre quelqu'un au courant** des produits qu'on s'apprête à employer et de l'endroit où l'on se trouvera.
- **Garder en dossier les étiquettes et fiches signalétiques des produits employés**. S'assurer que tout le monde sait où trouver ce dossier en cas d'urgence.
- **Afficher les numéros d'urgence près de tous les téléphones**.
- **Garder à portée de la main de l'eau claire, des essuie-tout, des gants de rechange et des survêtements propres** pour le cas où l'on répandrait du produit sur soi.

Si on croit qu'une personne ayant manipulé un pesticide présente des symptômes d'empoisonnement ou des blessures causés par ce pesticide, intervenir immédiatement.

MESURES À PRENDRE EN CAS D'ACCIDENT OU D'EMPOISONNEMENT

- En premier lieu, se protéger soi-même.
- Soustraire la victime à l'exposition au pesticide en la déplaçant hors des lieux contaminés.
- Réunir les 4 données essentielles : le nom du produit, la quantité, la voie d'entrée et la durée de l'exposition.
- Appeler l'ambulance ou le Centre antipoisons.
- Commencer à donner les premiers soins en sachant que ceux-ci ne sauraient remplacer des soins médicaux.
- **Fournir sur place au personnel affecté aux urgences ou apporter avec soi à l'hôpital l'étiquette, la fiche signalétique ou le contenant**. Ne pas transporter de contenants de pesticide dans la cabine du véhicule réservée aux passagers.

PERMIERS SOINS

Si un pesticide entre en contact avec la peau :

- enlever tous les vêtements contaminés; laver la peau à fond à l'eau tiède, avec beaucoup d'eau et de savon;
- bien assécher la peau et la recouvrir de vêtements ou d'autres tissus propres.

Si un pesticide entre en contact avec les yeux :

- maintenir les paupières écartées et laver les yeux à l'eau claire sous le robinet pendant au moins 15 minutes.

Si un pesticide a été inhalé :

- déplacer la victime à l'air frais et desserrer ses vêtements;
- administrer la respiration artificielle si la personne a cessé de respirer.

Prendre garde de ne pas respirer l'air expiré par la victime, sous peine de s'empoisonner à son tour.

Si un pesticide a été ingéré :

- **appeler IMMÉDIATEMENT le Centre antipoisons.**

Les numéros de téléphone d'urgence figurent au début de chaque annuaire de téléphone Bell.

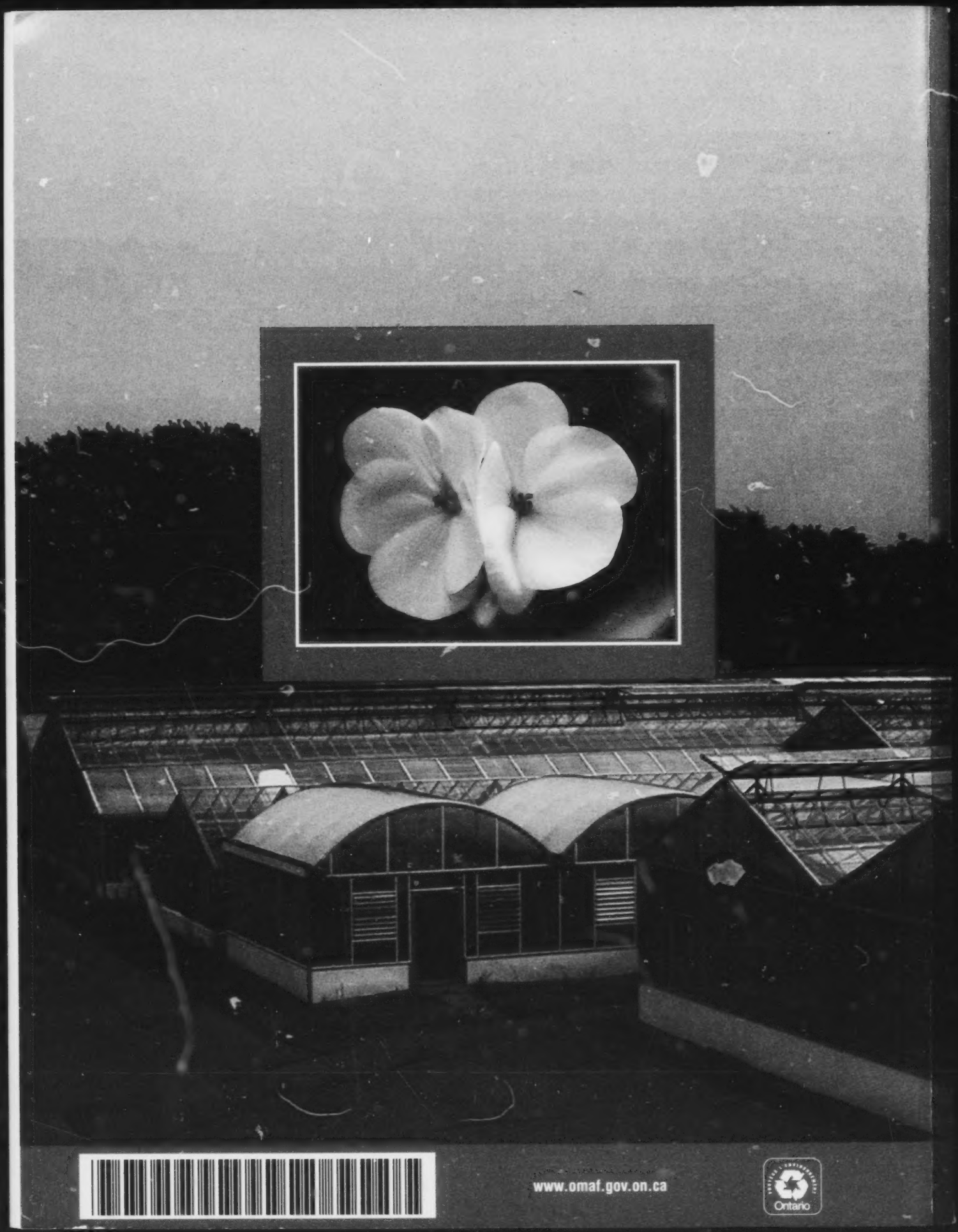
Pour de l'information, ou pour obtenir des exemplaires de cette publication ou de toute autre publication du ministère, veuillez :

composer le 1 888 466-2372 de n'importe où en Ontario, le 519 826-3700 de l'extérieur de la province, ou le 519 826-7402 pour des services adaptés aux malentendants (téléimprimeur); envoyer une demande par courriel à *products@omaf.gov.on.ca*; ou visiter le site Web du MAAO à *www.omaf.gov.on.ca*.

La liste complète de tous les produits et services du MAAO ainsi que les formulaires de commande nécessaires se trouvent sur le site Web. Les demandes sont aussi acceptées par télécopieur au 519 826-3633 ou par la poste au Centre d'information du gouvernement, MAAO, 1 ch. Stone Ouest, Guelph (Ontario) N1G 4Y2.

Publié par le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation
©Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, 2003
Toronto, Canada

ISSN 1492-6520 RV 08-03-0,5M



www.omaf.gov.on.ca

Ontario